

XV CONGRESO ESPAÑOL DE TRATAMIENTO DE AGUAS

LIBRO DE ABSTRACTS

A CORUÑA 2024
del 19 al 21 de junio

COMITÉ CIENTÍFICO:

María Isabel Aguilar Sanchís, Ana María Amat Payá, Eduardo Ayesa Iturrate, Fernando Juan Beltrán Novillo, Mónica Calero de Hoces, Julián Carrera Muyo, José Mario Díaz Fernández, Ángel Fernández Mohedano Pedro Antonio García Encina, Joan García Serrano, Javier Marugán Aguado, Federico Mijangos Antón, Antonio Morán Palao, Enrique Nebot Sanz, Daniel Prats Rico, Ignasi Rodríguez-Roda Layret, María de los Ángeles de la Rubia Romero, José Antonio Sánchez Pérez, Carmen Sans Mazón, Aurora Santos López, Francisco Raposo Bejines, María Ángeles Martín Sánchez, M^a del Carmen Veiga Barbazán, Luisa María Vera Peña, Teresa Vicent Huguet, José Villaseñor Camacho.

COMITÉ ORGANIZADOR:

M^a del Carmen Veiga Barbazán, Christian Kennes, Joaquín Suárez López, Alfredo Jacome Burgos, M^a Mercedes del Coro Fernández Feal, Miembros del grupo BIOENGIN de la Universidad de A Coruña.

MODERADORES:

Ana María Amat Payá, Mónica Calero de Hoces, Ana María Chávez Águedo, Carmen María Domínguez Torre, Xavier Gabarrell Durany, José Luis García Sánchez, Eva González Flo, Christian Kennes, Juan Lema Rodicio, Ignacio Lombrana Alonso, Raúl Molina Gil, Antonio Morán Palao, Rosa Mosteo Abad, Raúl Muñoz Torre, Enrique Nebot Sanz, Maite Pijuan Vilalta, Francisco Raposo Bejines, Ángeles de la Rubia Romero, Carmen Sans Mazón, Aurora Seco Torrecillas, Ricardo Vázquez Pérez, Luisa María Vera Peña.

EDITORES:

M^a del Carmen Veiga Barbazán, María Patricia Kennes Veiga, Loreto Cabarcos Mouzo, Nuria Otero Logilde, Uxía Fouz Penas, Andrea Rodríguez Montes, Laura Ferreiro Santos, Alexandre González Novoa, Christian Kennes.

Patrocinadores



Arteixo / Sumarte



Colaboradores



Contenidos

COMUNICACIONES ORALES LARGAS	21
C1. Estudio de degradación de sulfametoxazol mediante catálisis enzimática con lacasa libre en diferentes etapas de una EDAR.....	22
C2. Biodegradación de microplásticos de polietileno mediante <i>Comamonas testosteroni</i>	23
C3. Biotransformación de microcontaminantes orgánicos durante la digestión anaerobia de lodos de depuradora: qué sabemos y qué necesitamos saber.....	24
C4. Separación de contaminantes emergentes seleccionados mediante membranas de nanofiltración y ósmosis inversa.....	25
C5. Formación de color en soluciones acuosas de diclofenaco oxidadas empleando la luz UV	26
C6. Tratamiento de aguas de río mediante procesos tipo foto-Fenton heterogéneo empleando zeolitas naturales dopadas.....	27
C7. Evaluación de la ozonización catalítica para la eliminación de nanoplasticos. 29	
C8. Estudio de las condiciones óptimas en el uso de complejantes naturales en procesos foto-Fenton a pHs suaves	30
C9. Evaluación de la capacidad de inactivación de bacterias y protozoos ambientales presentes en aguas mediante procesos fotocatalíticos.....	31
C10. Degradación de cianobacterias y cianotoxinas mediante el proceso Fenton heterogéneo. Efecto de la morfología y la fase de crecimiento	32
C11. Estudio de la eliminación de nutrientes por Fotoelectrocoagulación en corrientes de aguas de rechazo de depuración	33
C12. Disolventes sostenibles para la recuperación de ácidos fenólicos de aguas residuales industriales mediante extracción líquido-líquido	34
C13. Análisis del riesgo ambiental asociado al lavado de gases de escape en buques mediante scrubbers y evaluación de tecnologías para su minimización	35
C14. Evaluación de una estrategia de control para la limpieza fotosintética de biogás en un fotobiorreactor a escala semi-industrial.....	36

C15. Integración de adsorción y degradación mediante Procesos de Oxidación Avanzada: un nuevo enfoque para futuras aplicaciones	37
C16. Producción electroquímica de peróxido de hidrógeno con materiales de carbono obtenidos de digestatos	38
C17. Efecto del sustrato y la concentración de efluente en el rendimiento de humedales construidos verticales subsuperficiales en escala laboratorio	39
C18. Nuevo esquema de tratamiento para aplicar los principios de la economía circular al tratamiento de aguas residuales.....	40
C19. Efecto del coagulante tanino en la filtración directa por membranas para concentración del agua residual y producción de metano.....	41
C20. Desarrollo de una biofactoría para la producción de energía y tratamiento de purines mediante tecnología de reactores bifásicos granulares expandidos (EGSBiofactory)	42
C21. Evaluación de los sistemas aeróbicos granulares en la mitigación de la resistencia a los antibióticos en aguas residuales hospitalarias.....	44
C22. Efecto de la degradación de la especie invasora <i>Rugulopteryx okamurae</i> en el proceso de Digestión Anaerobia: Polución por metales pesados y cinética del proceso.	45
C23. Tratamiento de Aguas Salinas mediante el Consorcio de Lodo Granular Aerobio con Microalga	46
C24. Biosorción de Zn(II) y síntesis de ZnO-NPs por <i>Penicillium</i> sp. 8L2: determinación del efecto biocida	47
C25. Caracterización experimental de sistemas de aireación en EDAR: análisis de los parámetros hidrodinámico y la transferencia de oxígeno.....	48
C26. Can graphene oxide enhance methane production and pharmaceutical removal in anaerobic digestion?.....	49
C27. Biorrefinerías urbanas diseñadas para la valorización de bio-residuos en bio-productos de alto valor añadido y bio-energía	50
C28. Valorización de efluentes de EDAR urbana e industria agroalimentaria para la obtención de ácidos grasos volátiles y de cadena media.....	51

C29. Caracterización microbiológica de fangos de EDAR y estudio de higienización mediante digestión anaerobia termófila	52
C30. Aplicaciones de la metaproteómica a la biotecnología del agua.....	53
C31. Caracterización avanzada de materia orgánica disuelta: desde la óptima eficiencia en tratamientos hasta la predicción de subproductos de desinfección en aguas potables	54
C32. Los lodos de depuradora como fuente renovable de biomoléculas.....	55
C33. Lodos de depuradora como materia prima para la obtención de bolsas herméticas	56
C34. Gestión optimizada de lodos: integración de hidrólisis térmica y digestión termófila	57
C35. Fabricación de electrodos electro y catalíticamente activos a partir de fangos residuales de refinería	58
C36. Eliminación de contaminantes citotóxicos utilizando catalizadores derivados de lodos de depuradora	59
C37. Estudio integral del proceso de transformación de lodos de depuradora en carbones activos altamente porosos	60
C38. Sistema avanzado de fotobiorreactores de membranas de distinta naturaleza para aguas residuales domésticas	61
C39. Uso de solventes orgánicos en la mejora de los productos obtenidos mediante licuefacción hidrotérmica de lodos primarios de EDAR	62
C40. SYMSITES: Simbiosis urbana-industrial para el tratamiento de aguas residuales y residuos orgánicos en la región de Alcoy (España).....	63
C41. Respirometría y Bioindicación como Herramientas de Gestión en el Contexto de una EDAR Industrial	64
C42. Incrementar la producción de energía en una planta depuradora de aguas residuales urbanas utilizando un lodo activado de alta velocidad: demostración en planta piloto y balance de energía.....	66
C43. Microalgas como sistema de tratamiento de lactosuero y producción de biomasa aprovechable	68

C44. Electrosíntesis microbiana para la mejora de biogás. Caso de estudio.	69
C45. Empleo de humedales artificiales para la valorización de corrientes líquidas residuales.....	70
C46. Aplicación de tecnología de concentración solar tipo Fresnel en la regeneración de agua residual.....	72
C47. Regeneración de agua mediante procesos fotoquímicos: evaluación a escala piloto en reactores solares	73
C48. Gestión, tratamiento y revalorización de aguas industriales: Caso de estudio del sector lácteo	74
C49. Aprovechamiento de recursos locales a partir de orines para la agricultura urbana en edificios: el proyecto BINAFFET	75
C50. Post-tratamiento de los efluentes de la EDARs de la industria cárnica: evaluación del riesgo y potencial de reutilización	76
C51. Análisis de la movilización de contaminación difusa de carreteras en la Plataforma Científica para Ensayos de Escorrentía Urbana del CITEEC-UDC.....	77
C52. Control y Tratamiento del agua de escorrentía contaminada con estructuras sostenibles: Proyecto WATERUN	78
COMUNICACIONES ORALES CORTAS.....	79
CC1. Valorización de residuos forestales y su aplicación en la eliminación de contaminantes recalcitrantes	80
CC2. Efecto de las condiciones operativas sobre el atrapamiento de microplásticos en lodos secundario de EDAR	81
CC3. Inactivación de patógenos mediante electro-Fenton heterogéneo utilizando un <i>Metal-organic framework</i> bimetálico	82
CC4. Biomimética aplicada a la eliminación de microplásticos en aguas residuales	83
CC5. Eliminación de contaminantes emergentes en depuración de aguas residuales: comparativa sistemas fotosintéticos y fangos activados	85

CC6. Implementación de un Proceso de Oxidación Avanzada para la degradación de Norfloxacinó usando ánodos cerámicos de Sb-SnO ₂ recubiertos con un material fotocatalítico.....	87
CC7. Inactivación de <i>E. coli</i> y resistencias a antibiótico mediante procesos de fotooxidación UVC/cloro y UVC/peróxido de hidrógeno	89
CC8. Uso de Fenton-like como proceso de oxidación avanzada adecuado para el tratamiento de aguas de acuaponía: uso de hidroxilamina.....	90
CC9. Diseño de una nueva estructura de imidazolato zeolítico como catalizador heterogéneo tipo Fenton para la eliminación de contaminantes orgánicos en aguas	91
CC10. Tratamiento electroquímico de aguas depuradas contaminadas con plásticos	93
CC11. Degradación fotocatalítica de isotiazolinonas en matrices acuosas: Influencia de la fase cristalina de TiO ₂ en la activación de persulfato.....	94
CC12. Biodegradación de compuestos persistentes vía reducción anaeróbica sobre membranas de óxido de grafeno soportadas sobre elementos de filtración cerámicos tubulares	95
CC13. Biorrefinería Porcina: Avances en la Gestión Sostenible de Purines	96
CC14. Exploración de sinergias entre sistemas de agua urbana y comunidades energéticas renovables locales: el caso de Arteixo (A Coruña).....	97
CC15. Recuperación de fósforo de aguas residuales mediante un fermentador de lodos <i>side-stream</i>	98
CC16. Síntesis y evaluación de nanopartículas de PHBV, obtenido a partir de suero lácteo, como vehículo para la liberación controlada de fármacos.....	99
CC17. SEMPRES-BIO: Impulsando la producción rentable de Biometano.....	100
CC18. Biosorción de Ag(I) y síntesis de nanopartículas por <i>Staphylococcus epidermidis</i> CECT 4183.....	101
CC19. Producción de ácidos grasos volátiles mediante digestión anaerobia empleando bagazo cervecero como sustrato	102

CC20. Exploring the potential of cyanobacterial microbiomes for sustainable bioproducts.....	103
CC21. Hacia una economía circular: Producción de hidrógeno a partir de residuos orgánicos mediante fermentación oscura.....	104
CC22. Monitorización de procesos de fermentación anaerobia mediante espectroscopía infrarroja y Raman.....	106
CC23. Polyhydroxyalkanoate (PHA) production in WWTP for sludge valorisation	107
CC24. Pretratamiento de hidrólisis térmica y separación de las fases sólida y líquida de lodos de EDAR: ¿Un escenario de digestión interesante?	109
CC25. Recuperación por extracción líquido-líquido de ácidos grasos volátiles de mezclas acuosas generadas en la producción de biocombustibles de aviación por licuefacción hidrotérmica (HTL)	110
CC26. Carbones activados a partir de sólidos del proceso de obtención de biocombustibles de aviación por licuefacción hidrotérmica (HTL) y su aplicación en la recuperación de ácidos grasos volátiles.....	111
CC27. Reducción del potencial de formación de subproductos de desinfección mediante procesos basados en ozono y radiación solar	112
CC28. Proceso Foto-asistido para la eliminación de los NO ₃ ⁻ presentes en agua. 113	
CC29. Sinergias bacterianas en la acumulación de PHA: la estrecha relación entre los géneros <i>Burkholderia</i> y <i>Chitinophaga</i>	114
CC30. REALM: Normativa aplicable a las aguas regeneradas del proyecto basado en tecnologías de microalgas	115
PÓSTERES.....	116
P1. Formación de turbidez en el agua durante la oxidación de diclofenaco (DCF) empleando la tecnología foto-Fenton.....	117
P2. Influencia de los procesos de oxidación en microfibras sintéticas y naturales en su identificación	118
P3. Eliminación de micropartículas de poliestireno de aguas residuales mediante electrocoagulación.....	119

P4. Interacción entre las sustancias poliméricas extracelulares y los microplásticos en un biorreactor de membrana.....	120
P5. Evaluación del empleo de carbón activo granular para la eliminación de microplásticos en aguas.....	121
P6. Tecnología para Eliminación Autotrófica de Nitrógeno basada en proceso CANON mediante Biofiltración en Lecho Fijo aplicada en Línea de aguas	122
P7. Remoción de contaminantes emergentes seleccionados mediante tecnologías de oxidación avanzada y mediante adsorción con carbón activado.....	124
P8. Microplásticos (MPs) en lodos de EDAR: Estado del arte.....	125
P9. Los microplásticos en estaciones de tratamiento de agua residual: los nuevos nichos microbianos.....	126
P10. Liberación de microplásticos en contenedores para desinfección solar de agua	127
P11. Grupo de investigación: Tecnología de Bioprocesos y Reactores.....	128
P12. Cambiando la visión de las EDAR: de fuente de microplásticos a posible solución	129
P13. Valorización de bioplásticos mediante codigestión anaerobia con fangos de EDAR.....	131
P14. Análisis cinético de parámetros de calidad del agua durante la oxidación de sulfametoxazol mediante foto-Fenton.....	132
P15. Modelado cinético de los cambios de color del agua durante la degradación de sulfametoxazol mediante foto-Fenton.....	133
P16. Estudio de sustancias per- y polifluoroalquiladas (PFAS) en aguas.....	134
P17. Eliminación de contaminantes emergentes en aguas de depuradora mediante foto-Fenton solar con diferentes fuentes de hierro.....	135
P18. Aplicación de proceso foto-Fenton solar para eliminar residuos de venlafaxina en aguas de depuradora	136
P19. Optimisation of TN and OMPs removal during the treatment of segregated urban wastewater.....	137

P20. Modelado de parámetros críticos en la síntesis de biocarbón de residuos vitivinícolas como material adsorbente de microcontaminantes	139
P21. Eliminación de microcontaminantes mediante un sistema Peroximonosulfato/Zn-MIL53(Fe)	140
P22. Composites de hidrochar-quitosano autosoportados en estructuras impresas en 3D como adsorbentes para eliminación de contaminantes.....	141
P23. Optimización y control basado en sensores virtuales del proceso foto-Fenton solar para la eliminación de microcontaminantes	142
P24. Eliminación de fármacos presentes en aguas utilizando piel de plátano	144
P25. Síntesis de aguas modelo conteniendo micro y nanoplásticos.....	145
P26. Evaluación de la eliminación de contaminantes emergentes durante el tratamiento de aguas residuales de sistemas de tratamiento individual	146
P27. Effect of filtration and recirculation flow rates on the electrochemical behavior of a Sb-SnO ₂ ceramic electrode applied to the removal of emerging contaminants by electrofiltration.....	147
P28. Eliminación de contaminantes citotóxicos utilizando catalizadores derivados de lodos de depuradora	148
P29. Evaluación preliminar de la presencia y distribución de microplásticos en un reactor anaerobio de flujo ascendente	149
P30. Comportamiento de la metilisotiazolinona (MIT) y de parabenos cuando se someten a tratamientos con ozono y luz ultravioleta	150
P31. Comportamiento de la metilisotiazolinona (MIT) y de parabenos cuando se someten a tratamientos con ozono y luz ultravioleta	151
P32. Mecanismos de eliminación de contaminantes en un biorreactor en un reactor heterótrofo	152
P33. Preparación de bio-sílice de residuos agroindustriales y su aplicación como adsorbente de contaminantes farmacéuticos en el agua.....	153
P34. Heteroestructuras basadas en nitruro de carbono grafítico y polímero orgánico sulfurado para la degradación de fármacos en agua.....	154

P35. Radiación UV-LED en Acuicultura: Mejorando la Seguridad Alimentaria y Sostenibilidad.....	155
P36. Aplicación de fotocatalizadores basados en carbono en la degradación de microcontaminantes acuosos.....	156
P37. Evaluación de un nuevo catalizador soportado de hierro de valencia cero para la eliminación de microcontaminantes en efluentes de EDAR.....	157
P38. Degradación de imidacloprid mediante procesos tipo foto-Fenton heterogéneo con zeolitas sintetizadas a partir de residuos agroindustriales.....	158
P39. Explorando la Función Catalítica de la Mezcla de Fe(II) - Cu(II) y su Impacto en la Eficiencia de Eliminación del Tiabendazol en un Proceso Foto-Fenton bajo Variaciones de pH.....	160
P40. Zeolitas tipo X modificadas con óxido de hierro para la descontaminación de aguas mediante procesos tipo foto-Fenton heterogéneo.....	161
P41. Combinación de procesos oxidativos y reductivos (UVC + ZVI) para degradación de una mezcla de contaminantes en agua de mar.....	163
P42. Optimización de proceso con hierro zero valente para la degradación reductiva del ácido 4-nitrobenzoico en aguas de distinta salinidad.....	164
P43. Tratamiento de corrientes acuosas contaminadas con pesticidas azólicos mediante hidrodechloración catalítica empleando reactores catalíticos de membrana.....	165
P44. Aplicación del proceso Fenton heterogéneo ($\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{H}_2\text{O}_2$) en un reactor tanque agitado continuo con recuperación magnética del catalizador.....	166
P45. Oxidación de microplásticos en aguas mediante el proceso Foto-Fenton: análisis del efecto de la naturaleza del polímero.....	167
P46. Inactivación de bacterias <i>E. coli</i> mediante la aplicación de CWPO utilizando un catalizador magnético de bajo coste.....	169
P47. Optimizando el proceso Foto-Fenton: funcionalización de g- C_3N_4 con partículas nano cero valentes de MnFe.....	170
P48. Eliminación de ácido perfluorooctanoico mediante combinación de procesos de oxidación avanzada.....	171

P49. Catalizadores (La,Sr)FeO ₃ para fotodegradación de contaminantes	172
P50. Aplicación y escalado de Procesos de Oxidación Avanzada combinados con técnicas de adsorción.....	173
P51. Síntesis de nanofibras mediante electrospinning y su aplicación en el tratamiento de aguas contaminadas con fármacos	174
P52. Optimización de Fotocatalizadores de Nitruro de Carbono Grafítico para la Eliminación de Contaminantes Coloreados en Agua.....	175
P53. Sistema híbrido humedal-photo-Fenton para la eliminación de microcontaminantes contenidos en aguas residuales: Camino hacia la reutilización eficiente del agua.....	176
P54. Aplicación de la fotocatalisis solar para eliminar sulfametoxazol en agua utilizando g-C ₃ N ₄ autosoportado en espumas cerámicas.	177
P55. Inactivación de patógenos mediante electro-Fenton heterogéneo utilizando un <i>Metal-organic framework</i> bimetálico	178
P56. Eliminación de antibióticos mediante procesos CWPO basados en catalizadores carbonosos de origen biogénico	179
P57. Degradación avanzada de sulfametoxazol mediante catalizadores de hierro sostenibles en procesos CWAO	180
P58. Mecanismo de degradación del fluconazol en agua mediante procesos avanzados de oxidación.....	181
P59. Eliminación de contaminantes incluidos en la lista de observación de la UE mediante PAO basados en radiación UV	182
P60. Estrategias de modificación del g-C ₃ N ₄ para la obtención de fotocatalizadores más efectivos en la eliminación de contaminantes.....	183
P61. Gestión de emulsiones reales contaminadas con DEHP mediante el proceso Fenton.....	184
P62. Degradación selectiva de contaminantes organoclorados en emulsiones mediante procesos de oxidación avanzada.....	185
P63. Eliminación de PAHs en efluentes de lavado de suelos contaminados mediante oxidación selectiva	186

P64. Remediación eficiente de efluentes mediante la activación de peroximonosulfato por Cu-MOF.....	187
P65. Carbonización hidrotermal para la transformación de fangos de refinería en catalizadores de oxidación húmeda.....	189
P66. Estudio paramétrico y modelado del proceso de nitrificación fotoasistida con peroximonosulfato.....	190
P67. Revalorización de subproductos de MgO en la recuperación de fósforo como estruvita en estaciones depuradoras de aguas residuales	191
P68. Preparación de un material adsorbente a partir del char de pirólisis de residuos plásticos post-consumo y su aplicación a la eliminación de metales pesados	192
P69. Retorno de residuos en la economía circular: de char industrial a carbón activo con potencial aplicación como adsorbente en agua	193
P70. Inactivación de fitoplancton en aguas del Puerto de Algeciras mediante diferentes fuentes de luz ultravioleta.....	194
P71. Recuperación de fibras de celulosa de aguas residuales urbanas.....	195
P72. Estudio del tratamiento electromagnético en agua potable con ensayos de precipitación rápida controlada	196
P73. Influence of the harvesting time on the fibre composition of the invasive macroalga <i>Rugulopteryx okamurae</i>	197
P74. Estudio de aglomeración de carbones activados procedentes de lodos para la adsorción de compuestos citostáticos en continuo.....	198
P75. Almidón de maíz modificado por hidrólisis enzimática, caracterización y estudios de adsorción de ibuprofeno en matriz acuosa	199
P76. Estudio comparativo de adsorción de ibuprofeno y paracetamol en disolución acuosa sobre diferentes materiales	200
P77. Materiales sostenibles gallegos eficientes en adsorción de contaminantes con potencial uso en Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN)	201
P78. Efecto sinérgico del tratamiento electromagnético con la cloración en agua de piscinas de leones marinos	202

P79. Estrategias para la mejora del fouling en reactores anaerobios de membrana: pretratamiento con ozono y uso de nanopartículas	203
P80. Ventajas e inconvenientes de la aplicación de la Ósmosis Directa en el escurrido de centrífuga de EDARU para concentrar nutrientes.....	204
P81. Efectos del pre-tratamiento en sobrenadantes de digestión anaerobia para la posterior recuperación de nitrógeno mediante contactores de membrana.	205
P82. Uso de contactores de membrana para la recuperación de metano disuelto y la mejora de la calidad del biogás en un proceso AnMBR	206
P83. Procesos de nanofiltración para el tratamiento de lixiviados de RSU	207
P84. Operación a largo plazo de una membrana permeable al gas para la recuperación de nitrógeno de un efluente de fermentación acidogénica	208
P85. Ensayo agronómico y de fitotoxicidad de los biosólidos procedentes de la codigestión anaerobia de lodos y residuos agroalimentarios	210
P86. Aislamiento e identificación de fagos contra bacterias resistentes a los antibióticos en sistemas de depuración	211
P87. Developing a pilot-scale rotating drum bioreactor for the treatment of agricultural rinse wastewater.....	212
P88. Oxidación biocatalítica del 5-HMF con <i>Bacillus nitratreducens</i> aislado de bagazo de caña de azúcar	213
P89. Optimization of PHB production with isolated cyanobacteria strains from environmental water bodies using secondary treated wastewater.....	214
P90. Evaluación de un nuevo biorreactor de flujo continuo para el tratamiento de aguas residuales mediante la tecnología de fango aeróbico granular.....	215
P91. Oportunidades para la recuperación bioelectroquímica de amonio de aguas residuales.....	216
P92. Biorrefinería Porcina: Avances en la Gestión Sostenible de Purines	217
P93. Implantación del oxígeno líquido para aumentar la eficiencia del tratamiento biológico en una EDAR con vertidos agroindustriales	218
P94. Fermentación acidogénica en régimen continuo del agua de proceso de la carbonización hidrotermal de residuo alimentario: Efecto del pH.....	219

P95. Dirigiendo la composición de los polihidroxicanoatos producidos a partir de mezclas de ácidos grasos volátiles	220
P96. Obtención de ácidos grasos volátiles a partir de agua de proceso de carbonización hidrotermal de lodos de depuradora.....	221
P97. Tratamiento biológico de los lixiviados de vertederos mediante humedales artificiales ROSEAULIX®	222
P98. Valorización del aceite de cocina usado a través de un cultivo microbiano mixto para la obtención de biopolímeros.	223
P99. Uso biotecnológico de <i>Staphylococcus epidermidis</i> CECT 4183: Biosorción de Cu(II) y síntesis de CuO-NPs.....	224
P100. Biosorción de Zn(II) por <i>Staphylococcus epidermidis</i> CECT 4183: síntesis y uso biocida de ZnO-NPs	225
P101. Proyecto CELEBRE: Valorización de residuos provenientes de diferentes orígenes para la producción de bioetanol.....	226
P102. Effect of harvesting time of the invasive macroalga <i>Rugulopteryx</i>	227
<i>okamurae</i> on the generation of fermentable sugars	227
P103. Impacto de la formulación de bioplásticos en tratamientos de biodigestión	228
P104. Potencial de los residuos agroalimentarios para la producción de ácidos grasos volátiles de cadena impar	229
P105. Predicción de la producción de metano en la codigestión de purines en EDAR mediante modelos de <i>machine learning</i>	230
P106. Estudio de la influencia del tiempo de retención de sólidos en un reactor anaerobio de flujo ascendente durante el periodo invernal en las Islas Canarias .	232
P107. Granulogénesis en fangos activos granulares: un fenómeno poco estudiado	233
P108. Effect of operational parameters on metal and nutrient removal from piggery wastewater using microalgae photobioreactor and aerobic reactor	235
P109. Extracción y recuperación de polihidroxicanoatos producidos por cultivos microbianos mixtos empleando disolventes no halogenados.....	236

P110. Utilización de suero de leche para la obtención de ácidos grasos volátiles y polihidroxicanoato en planta piloto.....	237
P111. Valorización energética de lodos residuales de la industria del aguacate en spouted bed cónico para aplicación en calentamiento de agua.....	238
P112. Digestión anaerobia en un nuevo digestor spouted bed cónico de lodos residuales de la industria olivarera.....	239
P113. Mejora del tratamiento de lodos de depuradora mediante codigestión con residuos agroalimentarios (vinazas de vino y estiércol de aves).....	241
P114. Optimización matemática del rendimiento de biometano a partir de la codigestión de residuos de matadero.....	242
P115. Digestión anaerobia asistida mediante sistemas bioelectroquímicos.....	243
P116. Potencial del Residuo de Aguas de la Industria Láctea Obtenido por Flotación con Aire Disuelto: Una Fuente Prometedora de Carbono para la Producción de Bioplásticos (PHAs).....	244
P117. Producción de proteasas a partir de lodos de depuradora mediante <i>Bacillus licheniformis</i>	245
P118. Caracterización microbiológica de fangos de EDAR y estudio de higienización mediante digestión anaerobia termófila.....	246
P119. Hidrólisis térmica de lodo de depuradoras asistida por surfactantes: Producción de biomoléculas y enzimas.....	247
P120. Evaluación de la fracción sólida del lodo oxidado de depuradora como adsorbente en aguas residuales industriales.....	248
P121. Empleo de compuestos tipo alginato (ALEs) provenientes de lodos en bioplásticos.....	249
P122. La escoria de acería LD como nuevo agente estabilizante de lodos de depuradora.....	250
P123. Selección óptima de efluentes y residuos agroalimentarios para su valorización en ácidos grasos volátiles.....	251
P124. Efecto de un biocatalizador comercial en la fermentación oscura: producción de bio-hidrógeno y ácidos grasos volátiles.....	252

P125. Valorización material y energética de fangos deshidratados de EDAR mediante carbonización hidrotermal y digestión anaerobia.....	254
P126. Metodología para la selección de fertilizantes alternativos procedente de materias primas secundarias.....	255
P127. Eliminación de microplásticos de lodos de depuradora.....	256
P128. Eliminación de genes de resistencia a los antibióticos en lodos mediante digestión anaerobia e hidrólisis térmica post-AD	257
P129. Influencia de los catalizadores en la licuefacción hidrotérmica de lodos primarios municipales: mejora hacia un biocrudo de mayor calidad.....	258
P130. ENERWATER: una metodología estandarizada para mejorar la eficiencia energética de las EDAR	259
P131. Caso de estudio: Evaluando el potencial energético y de microcontaminantes en diferentes granjas porcinas andaluzas. OLISWINE.	261
P132. Proyecto WaterCLUE: Detección en línea y digitalización de sistemas de suministro de agua potable para la mitigación oportuna de riesgos químicos y microbianos	262
P133. Uso de lactato y ácido cítrico en la descontaminación por coagulación de aguas grises	263
P134. Evaluación integral del estado ambiental del río Guadaíra (SO Andalucía), importante tributario del Guadalquivir.....	264
P135. Campus-SUDS: Infraestructura de investigación en drenaje sostenible en la Universidade da Coruña	266
P136. Funcionalización superficial con cítrico de un carbón activo obtenido a partir de char de residuos plásticos para la adsorción de Pb en agua	267
P137. REALM: Microalgas para la economía circular en aguas de invernadero .	268
P138. Uso de membranas de ultrafiltración como tratamiento terciario para la regeneración de aguas residuales en EDAR.....	269
P139. Implantación de sistemas de tratamiento avanzados para la eliminación de microplásticos y obtención de agua regenerada de una EDAR	270

P140. Modelo mecanístico del proceso foto-Fenton solar con Fe ³⁺ -IDS para la regeneración de aguas residuales	271
P141. Aplicación del proceso cloro foto Fenton solar a escala demostrativa como tratamiento para el reúso de aguas en agricultura	272
P142. Análisis tecno-económico del proceso foto-Fenton solar basado en la simulación de la operación anual de una planta demostrativa	273
P143. FentonSims® v.2: Integración de distintas fuentes de radiación para el estudio fenomenológico del proceso foto-Fenton.....	274
P144. Regeneración de aguas residuales urbanas mediante la integración de tecnologías solares basadas en microalgas y foto-Fenton.....	275
P145. Regeneración de aguas residuales mediante procesos de oxidación avanzada basados en el uso de radiación UV-LED	276
P146. Estrategias innovadoras para la reutilización del agua en la industria agroalimentaria.....	277
P147. Circularidad del Agua Industrial: reutilización, recuperación de recursos y eficiencia energética para procesos de la UE más verdes y digitalizados (Proyecto de la UE RESURGENCE)	278
P148. Líneas de Investigación en el Laboratorio de Tecnologías Ambientales Integradas del grupo TEQUIMA (Universidad de Castilla La Mancha)	279
P149. Valorización de residuos procedentes de procesos de tratamiento de aguas para la producción de materiales de carbono electrocatalíticos	280
P150. Grupo de Ingeniería de Procesos de Oxidación Avanzada (EPOA) Universitat de Barcelona (UB).....	281
P151. Actividad investigadora de la Unidad de Tratamientos Solares del Agua en la Plataforma Solar de Almería	282
P152. Líneas de investigación del Grupo RNM271-UCO GREENING	283
P153. Evaluación de Tecnologías medioambientales (ETV) como herramienta para impulsar tratamientos innovadores del agua	284
P154. Estudio multivariante de factores que influyen en la distribución espacial y estacional del fitoplancton en pequeños ríos del centro de España.....	285

P155. Factores que Afectan la Percepción Organoléptica del Agua de Consumo en el Área Metropolitana de Barcelona	286
P156. Líneas de investigación del grupo TRATAGUAS de la UEx	287
P157. Líneas de investigación del Grupo de Ingeniería y Microbiología del Medio Ambiente (GEMMA-UPC).....	288
P158. Líneas de Investigación del Grupo “Aprovechamiento de Subproductos y Tratamiento de Residuos” del Instituto de la Grasa (CSIC) de Sevilla	289
P159. El grupo TyRA de la ULL en la evolución del Sistema de Reutilización del Agua Regenerada de Tenerife	291
P160. Biodegradación de bioplásticos mediante digestión anaeróbica en condiciones mesofílicas y termofílicas	292
P161. Investigación experimental asistida por modelos matemáticos en la recuperación de recursos por fermentación anaerobia	293

The background of the cover features a photograph of a city street. In the foreground, there is a body of water, likely a river or canal, with a low stone wall and a metal railing. Behind the railing, a paved walkway with several trees and people is visible. The middle ground is dominated by a long, multi-story building with a light-colored facade and many windows. To the right, a taller, more ornate building with a clock tower is visible. The sky is blue with scattered white clouds.

XV CONGRESO ESPAÑOL DE TRATAMIENTO DE AGUAS

**COMUNICACIONES
ORALES LARGAS**

C1. Estudio de degradación de sulfametoxazol mediante catálisis enzimática con lacasa libre en diferentes etapas de una EDAR

A. M. Chávez^{1, *}, E. Rodríguez¹, P. M. Álvarez¹

¹ Universidad de Extremadura, Departamento de Ingeniería Química y Química Física, Instituto IACYS. TRATAGUAS, Badajoz, España

*amchavez@unex.es

Resumen

Apostando por procesos biotecnológicos y sostenibles para la remediación del medio ambiente, la catálisis enzimática es una prometedora alternativa dada la capacidad de algunas enzimas de generar especies altamente reactivas en presencia de oxígeno y ciertos mediadores redox (Saravanan et al., 2021). En este trabajo se ha estudiado la eliminación del antibiótico sulfametoxazol (SMX) en agua residual, empleando lacasa de *Trametes versicolor* (LAC) y siringaldehído (SYR) como mediador redox en efluentes primario (AR1) y secundario (AR2) de una estación depuradora de agua residual (EDAR) así como el proceso enzimático integrado con el tratamiento secundario de fangos activados (FA). De este modo se logró una efectividad mayor al 90% en condiciones de pH=6,5 (LAC₀=0.1g/L; SYR₀=50μM; SMX₀=0.5mg/L; t_{tratamiento} = 8 h) en efluentes AR1 y AR2, e incluso en el proceso integrado con FA siempre que se controlara el pH del proceso. Sin embargo, cuando no se controlaba dicho parámetro y dada la presencia de materia inhibidora, la degradación de SMX disminuyó al 10% (AR1), 30% (AR2) y 20% (FA) respectivamente. Además, se observó que el SYR apenas se consumía en AR1 y AR2 (10 μM), pero sí durante el tratamiento con FA dada la alta biodegradabilidad del SYR, evitando así el vertido de dicho mediador en la etapa posterior.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado a través del proyecto PID2019-104429RB-I00/AEI/10.13039/501100011033 de la Agencia Estatal de Investigación (AEI) de España y el proyecto 2023/00163/001 de la Universidad de Extremadura. A. M. Chávez agradece además al Ministerio de Universidades mediante NextGenerationEU por el contrato posdoctoral de las “Ayudas de Recualificación del Sistema Universitario Español. Modalidad Margarita Salas” (MS-17, UEX).

Referencia

Saravanan, A., Kumar, P., Vo, D.-V., Jeevanantham, S., Karishma, S., Yaashikaa, P. (2021) A review on catalytic-enzyme degradation of toxic environmental pollutants: Microbial enzymes. *Journal of Hazardous Materials*. 419, 126451. doi: 10.1016/J.JHAZMAT.2021.126451.

C2. Biodegradación de microplásticos de polietileno mediante

Comamonas testosteroni

B. A. Newrick, A. Laca, A. Laca, M. Díaz

*Universidad de Oviedo, Dpto. Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente,
Grupo de Tecnología y Bioprocesos de Reactores (TBR), Oviedo
UO271776@uniovi.es*

Resumen

En las últimas décadas, el incremento exponencial de la producción de productos plásticos ha conllevado la generación de una gran cantidad de residuos, lo que supone en la actualidad un desafío medioambiental (Sol *et al.*, 2023). Uno de los mayores problemas causados por este tipo de contaminación es la presencia ubicua de microplásticos (MPs) en los ecosistemas naturales. Estos microcontaminantes (< 5 mm) son altamente resistentes a la degradación y resultan potencialmente nocivos para el medioambiente y la salud humana (Sol *et al.*, 2020). Por lo tanto, existe una necesidad urgente de reducir la contaminación por MPs, siendo la biodegradación una interesante opción a investigar.

Este trabajo evalúa la capacidad de la bacteria *Comamonas testosteroni* NCIMB 8955 para degradar MPs, empleando como polímero modelo polietileno de alta densidad (HDPE). Los resultados mostraron que en pocos días se produce una reducción de la masa polimérica inicial, lo que indica que las bacterias son capaces de emplear el HDPE como fuente de carbono. Por otra parte, los análisis de microscopía electrónica de barrido (SEM) revelaron la colonización de la superficie de los microplásticos por una biopelícula de microorganismos, así como la aparición de cambios morfológicos debido a la erosión del polímero. Además, se detectaron cambios en las propiedades químicas y estructurales de los MPs mediante análisis por SEM-EDX y espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR). También se analizó el efecto de ciertos parámetros críticos sobre el proceso de biodegradación, como la temperatura, el tamaño y la concentración de los MPs. Este trabajo muestra que la degradación de MPs de HDPE por *C. testosteroni* resulta una alternativa prometedora para acelerar el proceso de degradación, y puede contar con aplicaciones futuras que contribuyan a reducir los riesgos derivados de la acumulación de microplásticos en el medio ambiente.

Referencias

Sol, D., Solís-Balbín, C., Laca, A., Laca, A., Díaz, M. (2023). A standard analytical approach and establishing criteria for microplastic concentrations in wastewater, drinking water and tapwater. *Science of The Total Environment*. 899, 165356. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.165356.

Sol, D., Laca, A., Laca, A., Díaz, M. (2020). Approaching the environmental problem of microplastics. *Science of The Total Environment*. 740, 140016, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.140016.

C3. Biotransformación de microcontaminantes orgánicos durante la digestión anaerobia de lodos de depuradora: qué sabemos y qué necesitamos saber

M. Carballa, L. González-Gil, J.M. Lema

*CRETUS, Departamento de Ingeniería Química, Universidade de Santiago de Compostela, 15872 Santiago de Compostela
marta.carballa@usc.es*

Resumen

El uso de lodos de depuradora como fertilizante agrícola constituye la mejor alternativa para mejorar la economía circular, debido al reciclado de carbono orgánico, fósforo y nitrógeno. Sin embargo, esta posible reutilización suscita gran preocupación, ya que los lodos son reconocidos como un "sumidero" de muchos contaminantes emergentes, como los microcontaminantes orgánicos (MCOs), que pueden suponer riesgos para la salud humana y el medio ambiente.

La digestión anaerobia es la tecnología implementada en la mayor parte de las depuradoras para el tratamiento de lodos, ya que contribuye al suministro de energía y aborda eficazmente otros retos medioambientales, como el tratamiento de residuos, la gestión de nutrientes y la reducción de emisiones. A diferencia con la línea de aguas, el número de estudios sobre el comportamiento de los MCOs durante la digestión anaerobia de lodos es limitado.

Este trabajo presenta los principales resultados obtenidos en el Biogroup sobre el comportamiento de los MCOs durante la digestión anaerobia de lodos de depuradora, abarcando los siguiente puntos: i) presencia relevante de MCOs en la línea de lodos; ii) eficacias de eliminación y de biotransformación de MCOs durante la digestión anaerobia de lodos de depuradora; iii) influencia de los parámetros operacionales (temperatura, tiempo de retención hidráulico, velocidad de carga orgánica) en las eficacias de eliminación; iv) contribución de las diferentes etapas del proceso anaerobio (hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis) en la eliminación de MCOs; e v) identificación de actividades enzimáticas implicadas en la biotransformación anaerobia de los MCOs. Para finalizar, se abordarán los principales retos de investigación y las perspectivas de futuro.

C4. Separación de contaminantes emergentes seleccionados mediante membranas de nanofiltración y ósmosis inversa

E. Domínguez¹, M. Ferre¹, A. Trapote¹, M. Moya¹, N. Ortuño¹, D. Prats¹

¹ Universidad de Alicante, Instituto Universitario del Agua y las Ciencias Ambientales.
Alicante
elizabetha.dominguez@ua.es

Resumen

Los contaminantes emergentes (CEC) comprenden un amplio grupo de sustancias, de origen muy diverso, cuya presencia en el medio ambiente es motivo de preocupación creciente por sus posibles impactos negativos. En la actualidad no están incluidos en los programas de seguimiento sistemático de la Unión Europea, pero suponen un importante riesgo, lo cual exige su regulación¹. El criterio de selección de los CEC de estudio se basó en: a) la Decisión de Ejecución UE 2020/116 que establece la tercera lista de observación de CEC, b) la Propuesta de revisión de la Directiva 91/271 sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas que introduce 12 CEC que se tienen que reducir en un 80%, y c) en algunos CEC adicionales que presentan bajos rendimientos de eliminación en los procesos de tratamiento convencionales². Muchos estudios concluyen que los mecanismos de separación por membranas de nanofiltración (NF) y ósmosis inversa (OI) son barreras efectivas para contaminantes orgánicos y su rendimiento de eliminación es elevado³. En este trabajo se ha demostrado, a partir de una serie de ensayos en discontinuo y continuo, a escala laboratorio, que se logra eliminar entre un 73-77% de los compuestos estudiados, al menos en un 80%, utilizando cuatro tipos de membranas diferentes de NF-OI.

Agradecimientos

La presente investigación se enmarca en el proyecto SOS-AGUA-XXI (Misiones 2021, CDTI), que coordina la empresa Sacyr Agua y participan las empresas Valoriza Servicios Medioambientales, Bosonit, Tepro, Regenera, Aeromedia, föra y Aqua Advise.

Referencias

1. Martínez-Alcalá, I., Soto, J., & Lahora, A. (2020). Antibióticos como contaminantes emergentes. Riesgo ecotoxicológico y control en aguas residuales y depuradas. *Ecosistemas*, 29(3), 2070-2070. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2070>
2. Cartagena, P., El Kaddouri, M., Cases, V., Trapote, A., & Prats, D. (2013). Reduction of emerging micropollutants, organic matter, nutrients and salinity from real wastewater by combined MBR–NF/RO treatment. *Separation and Purification Technology*, 110, 132-143. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2013.03.024>.
3. Taheran, M., Satinder K., Verma M., Surampalli R., Zhang T. and Valero J. (2016). Membrane Processes for Removal of Pharmaceutically Active Compounds (PhACs) from Water and Wastewaters. *Science of the Total Environment* 547: 60–77. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.12.139>.

C5. Formación de color en soluciones acuosas de diclofenaco oxidadas empleando la luz UV

N. Villota¹, B. Echevarria², A. De Luis², J.I. Lombraña³

¹ Universidad del País Vasco UPV/EHU, Dpto. de Ingeniería Química y del Medio Ambiente, IQEMA Ingeniería Química en Energía y Medio Ambiente. Vitoria-Gasteiz

² Universidad del País Vasco UPV/EHU, Dpto. de Ingeniería Química y del Medio Ambiente, IQEMA Ingeniería Química en Energía y Medio Ambiente. Bilbao

³ Universidad del País Vasco UPV/EHU, Dpto. de Ingeniería, IQEMA Ingeniería Química en Energía y Medio Ambiente. Bilbao

natalia.villota@ehu.eus

Resumen

Al oxidar muestras acuosas de diclofenaco de aspecto incoloro ($[\text{DCF}] = 50,0 \text{ mg/L}$) empleando luz UV intensificada con H_2O_2 se genera un fuerte color marrón en las aguas tratadas. Al llevar a cabo el tratamiento con concentraciones $[\text{H}_2\text{O}_2] = 0 - 0,5 \text{ mM}$ el color perdura en el estado estacionario. Este resultado indica que la estequiometría de formación de intermedios de naturaleza coloreada corresponde a relaciones molares de 1 mol DCF:3 moles H_2O_2 . Dosificando concentraciones superiores a este valor estequiométrico, el color se va degradando, obteniendo aguas tratadas de aspecto incoloro debido a que la carga aromática del agua ha sido degradada. Este resultado indicaría que al operar con $[\text{H}_2\text{O}_2] > 0,5 \text{ mM}$ el tratamiento de oxidación es capaz de degradar la molécula de DCF hasta ácidos carboxílicos incoloros de naturaleza biodegradable, por lo que las aguas tratadas podrían ser vertidas a cauce.

Al intensificar el tratamiento empleando sales de hierro como catalizador (proceso foto-Fenton) las aguas oxidadas son de color marrón oscuro y presentan elevada aromaticidad, aunque el hierro se dosifique en bajas concentraciones ($[\text{Fe(II)}] = 0,5 \text{ mg/L}$). Esto es debido a que los iones de hierro pueden reaccionar con la materia orgánica que contiene el agua, generando complejos de coordinación causantes del color (Echenique-Errandonea, 2016). Estos complejos son compuestos estables y altamente refractarios, por lo que el color perdura en las aguas tratadas.

Referencias

Echenique-Errandonea, E. (2016). Diseño, síntesis y caracterización de nuevos complejos de coordinación basados en principios activos con actividad biológica conocida. Trabajo Fin de Grado de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

C6. Tratamiento de aguas de río mediante procesos tipo foto-Fenton heterogéneo empleando zeolitas naturales dopadas

P. Prieto-Laria^{1,2}, T. Farias³, Y. Coll⁴, A.R. Ruiz-Salvador^{1,5}, P. Fernández-Ibáñez⁶, I. Canosa^{2*}, A. Flores², A. Jiménez-Rodríguez⁵, M. Ballesteros^{*1,2}

¹*Centro de Nanociencia y Tecnologías Sostenibles (CNATS), Universidad Pablo de Olavide, Carretera de Utrera km. 1, Sevilla, España*

²*Departamento de Biología Molecular e Ingeniería Bioquímica, Universidad Pablo de Olavide, Ctra. Utrera km. 1, Sevilla, España*

³*Instituto de Ciencia y Tecnología de Materiales, Universidad de La Habana, Habana, 10400, Cuba*

⁴*Centro de Estudios de Productos Naturales, Facultad de Química, Universidad de La Habana, Zapata y G, Vedado, Habana, 10400, Cuba*

⁵*Departamento de Sistemas Físicos, Químicos y Naturales, Universidad Pablo de Olavide, Ctra. Utrera, km. 1, Sevilla, España*

⁶*Nanotechnology and Integrated BioEngineering Centre, Ulster University, Belfast, BT15 1AP, United Kingdom*

E-mail del autor para la correspondencia: icanper@upo.es; mmbalmar@upo.es

Resumen

Las zeolitas naturales se han usado tradicionalmente como materiales de bajo coste en procesos de adsorción en el tratamiento de aguas debido a su naturaleza porosa (Rafatullah et al., 2010). Sin embargo, en los últimos años se ha evaluado su dopaje, principalmente con hierro, para ampliar su aplicación a Procesos de Oxidación Avanzada, en concreto en reacciones tipo foto-Fenton heterogéneo (Pereira et al., 2012; Russo et al., 2021). En este trabajo se intercambió zeolita natural clinoptilolita (Z), extraída del yacimiento Tasajeras, Villa Clara, Cuba, con Fe y Cu para evaluar su eficiencia en la descontaminación y desinfección de aguas reales. En primer lugar, se llevó a cabo una caracterización mediante DRX, IR, ICP, SEM-EDX y DR-UV-Vis. A continuación, se evaluó la eficiencia de Z-FeCu en la eliminación de naproxeno (10 mg/L), obteniendo una degradación completa empleando 1 g/L de zeolita modificada y 100 mg/L de H₂O₂ y bajo luz visible. También, se estudió su eficacia en la desinfección de una bacteria modelo (*E. coli-K12*) alcanzando el límite de detección en 60 min en las mismas condiciones experimentales. Z-FeCu también demostró ser eficiente para la eliminación de patógenos resistentes a antibióticos (*Pseudomonas aureginosa* PAO1 y *Staphylococcus aureus* CDC 47). Finalmente, se evaluó su capacidad para eliminar 99 contaminantes presentes en el río Guadaíra (principios activos farmacológicos de uso humano, contaminantes de origen industrial y pesticidas) así como para la desinfección de coliformes fecales en dicho río. Los resultados muestran que este material de bajo coste es altamente eficiente para la eliminación de un amplio rango de contaminantes y patógenos en aguas reales.

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación de European Commission (HORIZON.1.2 - Marie Skłodowska-Curie Actions VALZEO Project 101086354), Ayudas a la I+D+i, en régimen de concurrencia competitiva, en el ámbito del Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación (PAIDI 2020)-Fondo Europeo de Desarrollo Regional-PYC20-033 y al Programa Investigado del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia para Andalucía.

Referencias

Rafatullah, M., Sulaiman, O., Hashim, R., Ahmad A. (2010). Adsorption of methylene blue on low-cost adsorbents: A review. *Journal of Hazardous Materials*, 177(1-3), pp. 70–80. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2009.12.047

Pereira, M.C., Oliveira, L.C.A., Murad, E. (2012). Iron oxide catalysts: Fenton and Fenton-like reactions - A review. *Clay Minerals*, 47(3), pp. 285–302. DOI: <https://doi.org/10.1180/claymin.2012.047.3.01>

Russo, A.V., Merlo, B.G., Jacobo, S.E. (2021). Adsorption and catalytic degradation of Tartrazine in aqueous medium by a Fe-modified zeolite. *Cleaner Engineering and Technology*, 4, 100211. DOI: 10.1016/j.clet.2021.100211

C7. Evaluación de la ozonización catalítica para la eliminación de nanoplásticos

J. Nieto-Sandoval¹, R. Ammar¹, G. Valls¹, R. P. Cavalcante^{1,2}, C. Sans¹

¹ *Universitat de Barcelona, Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Grupo Ingeniería de Procesos de Oxidación Avanzada, Barcelona, España*

² *Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Tecnologia, Brazil*

E-mail del autor para la correspondencia: julia.nietosandoval@ub.edu

Resumen

La creciente preocupación por la contaminación por plásticos ha generado un desafío significativo para la comunidad científica, especialmente por su presencia en diversas formas en los distintos cursos del agua. Su fragmentación conduce a la formación de partículas con tamaños incluso menores a 1 μm , denominadas nanoplásticos (NPs). Dado que los procesos convencionales no son capaces de eliminarlos completamente, y considerando su detección incluso en aguas destinadas al consumo humano, es necesario el desarrollo de tecnologías eficaces que garanticen su eliminación. En este contexto, este estudio propone evaluar la eficiencia de la ozonización catalítica para la degradación de NPs. Las reacciones se llevaron a cabo en semicontinuo en un reactor de vidrio tipo tanque agitado a 25°C empleando nanoplásticos de poliestireno (PS) como contaminante modelo (20 mg L⁻¹), de un tamaño medio de partícula de 0,140 μm . Se evaluó tanto la ozonización simple, en ausencia de catalizadores, como en presencia catalizadores homogéneos y heterogéneos. La ozonización simple de NPs con un flujo de ozono de 21 mg min⁻¹ resultó en una disminución del 33% de la turbidez del medio acuoso, sin embargo, no resultó efectiva para su mineralización. En cambio, en presencia de iones metálicos, la turbidez disminuyó hasta un 65% y se alcanzó una mineralización del 70% con una dosis de 1 mM de Co²⁺. A partir de estos resultados, se desarrollaron catalizadores heterogéneos basados en cobalto en polvo para evitar la contaminación secundaria y permitir la recuperación y reutilización de los catalizadores, obteniendo valores similares de mineralización. Finalmente, se ha explorado el desarrollo y aplicación de catalizadores estructurados debido a las limitaciones asociadas con los catalizadores en polvo. En conclusión, la ozonización catalítica emerge como una alternativa prometedora para la eliminación de NPs del agua.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España a través del proyecto PID2020-112674RB-I00.

C8. Estudio de las condiciones óptimas en el uso de complejantes naturales en procesos foto-Fenton a pHs suaves

**J. Arévalo¹, M. Pérez-Bernabeu¹, G. Mattarello¹, A. Arques¹, A. Amat¹,
M. Cerdán², L. Santos-Juanes¹**

¹ *Universitat Politècnica de València, Departamento de ingeniería textil y papelera, Grupo de Procesos de Oxidación Avanzada. 03801 Alcoy*

² *Universidad de Alicante. Departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Edafología y Química Agrícola. Grupo de Química Agrícola. 03690 San Vicente del Raspeig - Alicante*

E-mail del autor para la correspondencia: jorarag1@epsa.upv.es

Resumen

En este trabajo se ha estudiado la capacidad complejante de hierro que tienen extractos obtenidos de un residuo agrícola y se han aplicado en la eliminación de una mezcla de contaminantes mediante procesos tipo foto-Fenton. Se emplearon extractos de bagazo de uva como fuente de complejantes de hierro y se determinó la presencia de compuestos fenólicos, flavonoides y algo de sustancias húmicas como posibles responsables de la complejación de hierro.

Para optimizar la cantidad de estos extractos y comprobar hasta qué pH se podía trabajar con buenos resultados se realizó un diseño de experimentos de matriz Doehlert modificando tres variables: el pH, la concentración de extractos orgánicos y la concentración de peróxido de hidrógeno. Los valores de concentración de extractos orgánicos se variaron entre 4 y 16 mg·L⁻¹ de carbono orgánico, el pH se varió entre 5 y 7 y la concentración de peróxido de hidrógeno se varió entre el valor estequiométrico y el doble del estequiométrico para producir la oxidación completa de los contaminantes. La cantidad de hierro en disolución fue constante en todos los experimentos con un valor de 5 mg·L⁻¹ y los contaminantes (Amoxicilina, Acetaminofeno, Cafeína, Acetamiprid, Carbamazepina y Ácido Clofibrico) se añadieron en concentraciones de 5 mg·L⁻¹ cada uno.

Mientras pequeñas adiciones de extractos complejantes sí mejoraron el proceso de degradación, concentraciones medias y altas lo empeoraron. La competencia entre contaminantes y complejantes por los radicales podría explicar este efecto.

Agradecimientos

Proyecto AGROALNEXT/2022/041, financiado por Unión Europea NextGenerationEU (PRTR-C17) con el apoyo del Ministerio de Ciencia e Innovación – Gobierno de España y Generalitat Valenciana.

C9. Evaluación de la capacidad de inactivación de bacterias y protozoos ambientales presentes en aguas mediante procesos fotocatalíticos

N. Larumbe, MC. Hidalgo, F. Romero, MP. Ormad, P. Goñi, R. Mosteo

¹ *Universidad de Zaragoza, Grupo de investigación Agua y Salud Ambiental, IUCA*

² *Instituto de Ciencias Materiales de Sevilla, Grupo Fotocatálisis Heterogénea, Consejo Superior de Investigaciones Científicas CSIC-Universidad de Sevilla*

E-mail de contacto: mosteo@unizar.es

Resumen

La presencia de microorganismos potencialmente patógenos en las aguas supone una especial preocupación debido al riesgo de transmisión de enfermedades por vía hídrica. Bacterias, virus y protozoos pueden estar presentes en el agua tanto de forma natural como por la acción humana, siendo por tanto necesario establecer un control microbiológico de aguas según los diferentes usos para los que vayan a ser destinadas. Intensificar las eficacias de los tratamientos de desinfección mediante procesos no convencionales que mejoren la calidad del agua tratada permitirá además, una reutilización segura de los efluentes (Reglamento (UE) 2020/741 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de mayo de 2020). Los procesos de oxidación avanzada son una alternativa real a los procesos de desinfección convencionales. En el grupo de investigación “*Fotocatálisis Heterogénea*” tienen una amplia experiencia en la preparación de nuevos fotocatalizadores (1) y en el grupo de investigación “*Agua y Salud ambiental*” se han obtenido resultados prometedores en la aplicación de procesos fotocatalíticos en desinfección (2).

Es objeto de esta investigación, evaluar la capacidad de procesos fotocatalíticos basados en nuevos materiales, en el tratamiento de aguas residuales urbanas depuradas para la inactivación de bacterias ambientales y protozoos como las amebas de vida libre (AVL), las cuales se consideran actualmente contaminantes emergentes y son reservorios de patógenos. Los resultados que muestran inactivaciones de *Escherichia coli* ambiental (reducción de 0.7 log) inferiores a las obtenidas en muestras de agua residual depurada fortificadas con la cepa *E. coli* ATCC 25922 (7 unidades logarítmicas), sugieren la necesidad de modificar las condiciones de operación cuando los tratamientos se aplican en aguas reales. Respecto a la inactivación de AVL, se observan inactivaciones próximas a 3.5 log, resultados muy prometedores.

Agradecimientos

Al proyecto TED2021-129267B-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por Unión Europea Next Generation EU/PRTR y Gobierno de Aragón (Grupo de investigación de referencia “Agua y Salud Ambiental” B43_23R).

Referencias

1. F. Puga, J.A. Navío, M.C. Hidalgo (2021) Features of coupled AgBr/WO₃ materials as potential photocatalysts. *Journal of Alloys and Compounds* 867, 159191. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.159191>
2. Moreno R., Moles S., Ormad MP., Mosteo R., Monzón R. (2024) Modeling TiO₂/UV-vis bacterial inactivation: Useful tools for reactor optimization and design. *Catalysis Today* 430, 114520. 10.1016/j.cattod.2024.114520.

C10. Degradación de cianobacterias y cianotoxinas mediante el proceso Fenton heterogéneo. Efecto de la morfología y la fase de crecimiento

D. Ortiz¹, M. Muñoz¹, A. Martín-Montero¹, C. Rodríguez¹, N. López-Arago¹, S. Cirés², Z.M. de Pedro¹, A. Quesada², J.A. Casas¹

¹ *Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ingeniería Química. Madrid*

² *Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Biología. Madrid*

E-mail del autor para la correspondencia: david.ortiz@uam.es

Resumen

La proliferación de afloramientos masivos de cianobacterias en fuentes de agua potable representa una seria amenaza para el medio ambiente y la salud humana. Estos eventos no solo alteran el aspecto y el sabor del agua, sino que pueden generar cianotoxinas, compuestos de elevada persistencia y toxicidad. La eliminación completa de estas toxinas en las Estaciones de Tratamiento de Agua Potable (ETAPs) sigue siendo un desafío, debido a que numerosas cianobacterias las almacenan en su interior siendo fundamental, por tanto, eliminar completamente el microorganismo. Investigaciones previas del grupo han demostrado que el proceso Fenton heterogéneo empleando magnetita como catalizador es una solución prometedora para la eliminación de cianotoxinas, aunque su efecto sobre las cianobacterias está aún poco estudiado. Este trabajo aborda la degradación simultánea de cianobacterias de distinta morfología y de una de las cianotoxinas más extendidas, la microcistina LR (MC-LR) en medio acuoso, evaluándose también el efecto de la fase de crecimiento de estos organismos. La experimentación se llevó a cabo bajo condiciones ambientales ($\text{pH}_{0,\text{medio reacción}} = 5$). La concentración inicial de MC-LR se fijó en $100 \mu\text{g L}^{-1}$ mientras que las concentraciones de H_2O_2 y catalizador (magnetita) se fijaron en 2 mg L^{-1} y $0,2 \text{ g L}^{-1}$, respectivamente. La concentración inicial de cianobacteria se varió entre 0 y $1000 \mu\text{g L}^{-1}$ (clorofila-*a*). El proceso demostró una elevada eficacia en la degradación tanto de MC-LR como de las cianobacterias estudiadas, eliminándolas completamente en 120 min incluso a concentraciones iniciales de $100 \mu\text{g L}^{-1}$. Morfológicamente, las cianobacterias unicelulares y las células pequeñas presentaron una mayor interferencia negativa en la eliminación de la cianotoxina. Paralelamente, las células de elevada viabilidad presentes en las etapas iniciales de crecimiento afectaron más drásticamente sobre el proceso que las células de baja viabilidad presentes en las etapas tardías. Finalmente, la evaluación *in situ* del tratamiento en un área contaminada confirmó su versatilidad para eliminar por completo las cianobacterias y cianotoxinas. Por lo tanto, este método podría ser una alternativa viable como tratamiento principal o complementario en ETAPs.

Palabras clave: Cianobacterias, Proceso Fenton heterogéneo, Morfología, Fase de crecimiento.

Agradecimientos: D. Ortiz agradece al MIU la concesión del contrato FPU (FPU19/04816). N. López-Arago agradece a la AEI la financiación del contrato FPI (PRE2020-09452). Este trabajo ha sido financiado por la AEI a través de los proyectos PID2022-139063OB-I00 y CNS2023-144453.

C11. Estudio de la eliminación de nutrientes por Fotoelectrocoagulación en corrientes de aguas de rechazo de depuración

J.C. García-Prieto, E. Gómez Sánchez, M. T. Díez Castro, M. García Roig

Universidad de Salamanca, Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Agua, Grupo Investigación Ingeniería y Gestión del Agua (IGA), Salamanca

Resumen

La eliminación de nutrientes en aguas residuales ha alcanzado una gran preocupación social y política para reducir las emisiones de contaminantes al medio natural (1). Actualmente, en España, muchas de las plantas depuradoras, no consiguen llegar a los rendimientos requeridos (2). La propuesta nueva Directiva Europea persigue el reto para el año 2040 de reducción del nitrógeno en las aguas al 85%, con un máximo de 6 mg/l, y una reducción del fósforo en un 90%, con un máximo de 0,5 mg/l. (3). Por tanto, es necesario avanzar en la investigación de nuevas tecnologías para la eliminación de nutrientes, ya que solo en el año 2023, se han publicado 117 trabajos de revisión de eliminación de nutrientes en aguas residuales (4).

Este estudio tiene por objeto investigar la viabilidad de tecnologías combinadas de electrocoagulación y fotocatalisis para la eliminación de nutrientes en aguas de rechazo de sistemas de deshidratación de fangos por centrifugación. Analizando la tecnología para obtención de precipitados de estruvita e hidroxapatitos para la recuperación de fósforo. Para ello, se ha utilizado una planta piloto de fotoelectrocoagulación con ánodo, electrodos de sacrificio de Magnesio-Aluminio y como cátodo diferentes materiales fotocatalíticos, como Dióxido de Titanio dopados con Rutenio, Rodio, Iridio, Tántalo y Paladio, iluminados con lámpara ultravioleta de 254 nm. Las aguas reales del estudio tienen concentraciones principalmente de amonio entre 800-1000 mg/L y de fósforo de 80-100 mg/L. Los resultados muestran, después de 8 horas de reacción, que el precipitado obtenido (fluorescencia de rayos X) tiene como óxidos mayoritarios el Magnesio (30 %) y el fósforo (40 %). En el agua se produce una eliminación de fosfato del 75 %, ($k = 0,002 \text{ min}^{-1}$), amonio del 40 % ($k = 0,0002 \text{ min}^{-1}$), nitrato del 90% ($k = 0,001 \text{ min}^{-1}$), nitrito del 95 % y materia orgánica del 95%.

Referencias

- (1) Karydis, M., Kitsiou, D. Eutrophication and environmental policy in the Mediterranean Sea: a review. *Environ Monit Assess* 184, 4931–4984 (2012). <https://doi.org/10.1007/s10661-011-2313-2>
- (2) R.D. 509/1996 se establecen las normas aplicables al tratamiento de aguas residuales urbanas.
- (3) Propuesta nueva Directiva sobre tratamiento de aguas residuales urbanas. https://environment.ec.europa.eu/publications/proposal-revised-urban-wastewater-treatment-directive_en
- (4) Búsquedas Scopus y Web of Science

C12. Disolventes sostenibles para la recuperación de ácidos fenólicos de aguas residuales industriales mediante extracción líquido-líquido

I. Martín¹, C. López¹, S. Mateo¹, R. Miranda¹, F. Rodríguez¹

¹ *Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Grupo de Investigación Desarrollo de Procesos y Productos de Bajo Impacto Ambiental. Madrid. smateo04@ucm.es*

Resumen

Este trabajo tiene como objetivo recuperar ácidos fenólicos (AF) presentes en aguas residuales de industrias vitivinícolas mediante extracción líquido-líquido (ELL) con disolventes verdes evaluando la influencia del disolvente y de las variables de operación (ratio disolvente/alimento–S/F, concentración inicial de AF y temperatura) en el rendimiento de recuperación. Este trabajo plantea ELL por ser una operación de fácil implementación, económica y adecuada para corrientes con compuestos termolábiles (1) y sustituye los disolventes comunes de ELL (acetato de etilo, 1-butanol) derivados del petróleo por disolventes más sostenibles y menos contaminantes, como son terpenos (α -pineno y p-cimeno), y terpenoides (linalool y eucaliptol). Los AF objeto de estudio son ácido gálico, ácido vanílico, ácido siríngico y ácido cafeico, por su alta concentración en este tipo de corrientes (2). Para abordar el objetivo de este trabajo, el proceso de ELL variando disolvente y variables de operación mediante se llevó a cabo mediante agitación inicial para la mezcla de fases, seguida de reposo en baño seco hasta alcanzar el equilibrio. Se observó un mejor rendimiento al aumentar S/F, siendo necesario un equilibrio rendimiento-economía, y el comportamiento contrario con el aumento de temperatura. En cuanto a la concentración inicial de AF, el rendimiento es prácticamente constante a partir de concentraciones iniciales de 100 ppm. La recuperación de AF de la fase extracto en términos de rendimiento de recuperación global y la regeneración del disolvente se realizó con NaOH. El disolvente más eficiente fue el eucaliptol con rendimientos globales de extracción de 21,07% para ácido gálico, 93,21% para ácido vanílico, 78,79% para ácido siríngico y 80,57% para ácido cafeico.

Agradecimientos

Los autores agradecen a UE, MITEC y CAM a través del *Programa Investigo* (Ref: CT36/22-28-UCM-INV).

Referencias

- (1) Silva, M., García, J.C., Ottens, M. (2018) Polyphenol Liquid-Liquid Extraction Process Development Using NRTL-SAC. *Ind. Eng. Chem. Res.* 57, 9210-9221. DOI: 10.1021/acs.iecr.8b00613
- (2) Tapia-Quirós, P., Montenegro-Landívar, M.F., Reig, M., Vecino, X., Cortina, J.L., Saurina, J., Granados, M. (2022). Recovery of Polyphenols from Agri-Food By-Products: The Olive Oil and Winery Industries Cases. *Foods* 11(3), 362. DOI: 10.3390/foods11030362

C13. Análisis del riesgo ambiental asociado al lavado de gases de escape en buques mediante scrubbers y evaluación de tecnologías para su minimización

E. Nebot¹, J. Moreno-Andrés¹, L. Romero-Martínez¹, A. Acevedo¹, J.L. García-Morales¹, J.D. Márquez-Güelfo¹, B. Jigena²

¹ *Universidad de Cádiz, Departamento de Tecnologías del Medio Ambiente. Campus de Puerto Real (Cádiz)*

² *Universidad de Cádiz, Departamento Ciencias y Técnicas de la Navegación y Construcciones Navales. Campus de Puerto Real (Cádiz)*

E-mail del autor para la correspondencia: enrique.nebot@uca.es

Resumen

El transporte marítimo es responsable del 3% de la emisión de gases de efecto invernadero a nivel mundial. Además, los motores marinos, alimentados con fueloil, contribuyen a una parte importante de las emisiones antropogénicas de SO_x, NO_x y partículas dañinas para la salud y causantes de lluvia ácida (Claremar 2017). En 2005 entró en vigor el Anexo VI del Convenio MARPOL: *Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques* (IMO, 2005). Entre otras cuestiones, se establecen restricciones para las emisiones de óxidos de azufre (SO_x). De este modo, a partir de enero de 2020, se ha reducido el contenido máximo de azufre en los combustibles marinos, pasando del 3,5 % al 0,50 % (masa/masa), y un límite de 0,10 % de para las áreas designadas como zonas de control de emisiones (ECA). Existen diversas opciones para cumplir con las restricciones, tales como el uso de combustibles con menor contenido en azufre, o la instalación de sistemas de lavado de los gases de escape, conocidos como *scrubbers*. Estos eliminan eficientemente los SO_x, pero dada la poca solubilidad del NO, principal compuesto entre los óxidos de nitrógeno generados en los procesos de combustión, los scrubbers apenas retienen NO_x. En esta investigación se hipotetiza que es posible eliminarlos mediante un proceso de oxidación, ya que los NO_x oxidados (NO₂, N₂O₅, etc.) tienen mayor solubilidad en agua. Para demostrarlo, se ha diseñado y construido una planta piloto que simula el funcionamiento de un scrubber marino y en la que se han aplicado distintas estrategias basadas en procesos de oxidación avanzada para optimizar la eliminación conjunta de SO_x y NO_x.

Agradecimientos

Esta ponencia es parte del proyecto de I+D+i, PID2021-123155OB-I00, financiado por MCIN/ AEI/10.13039/501100011033/ y “FEDER Una manera de hacer Europa”

Referencias

Björn Claremar, Karin Haglund, and Anna Rutgersson (2017). Ship emissions and the use of current air cleaning technology: contributions to air pollution and acidification in the Baltic Sea. *Earth Syst. Dyn.* 8, 901–919 doi. 10.5194/esd-8-901-2017

OMI 2005. Convenio MARPOL. Anexo VI: Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques

C14. Evaluación de una estrategia de control para la limpieza fotosintética de biogás en un fotobiorreactor a escala semi-industrial

M. del R. Rodero^{1,2*}, A. Carvajal^{2,3}, Z. Arbib⁴, E. Lara⁴, C. de Prada¹, R. Lebrero^{1,2}, R. Muñoz^{1,2}

¹ Univ. de Valladolid. Instituto de procesos sostenibles.

² Univ. de Valladolid. Dpto. Ingeniería Química y Tecnología del medio ambiente.

³ Univ. Técnica Federico Santa María. Departamento de Ingeniería Química y Ambiental.

⁴ FCC Servicios Ciudadanos.

E-mail del autor para la correspondencia: mariarosario.rodero@uva.es

Resumen

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 disminuye la capacidad calorífica del biogás mientras que el H₂S 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). La limpieza integral de biogás a biometano basada en la simbiosis entre microalgas y bacterias 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⁻. 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. Además, la eficiencia del proceso puede verse afectada por las variaciones en la producción diaria del biogás, así como por problemas operacionales (fallos en bombas o 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 prometedores.

Agradecimientos

El estudio ha recibido financiación del programa de investigación e innovación de la UE Horizonte 2020 (689242, proyecto INCOVER), del gobierno regional de Castilla y León y el programa europeo FEDER (CLU 2017-09, CL-EI-2021-07 y UIC 315).

C15. Integración de adsorción y degradación mediante Procesos de Oxidación Avanzada: un nuevo enfoque para futuras aplicaciones

A. M. Díez¹, Clara Gómez-González¹, M. Pazos¹, M. A. Sanromán¹

¹ *Universidad de Vigo, Departamento de Ingeniería Química, BIOSUV: Grupo de Bioingeniería y Procesos Sostenibles, Vigo*

E-mail del autor para la correspondencia: adiez@uvigo.gal

Resumen

Los fármacos persisten en las aguas residuales tratadas, planteando preocupaciones debido a su persistencia y efectos nocivos en el medio ambiente. La adsorción emerge como una solución viable, ofreciendo una técnica rápida y efectiva de eliminación de productos farmacéuticos. Sin embargo, los adsorbentes agotados requieren ser regenerados para su reutilización, lo que permitiría mitigar los gastos y problemas medioambientales asociados.

Hoy en día existen métodos innovadores como los Procesos de Oxidación Avanzada (AOPs) que ofrecen una alternativa para la regeneración de adsorbentes usados. Estos procesos generan especies radicales capaces de degradar eficientemente la materia orgánica retenida en los adsorbentes. Para una generación óptima de radicales, deben estar presentes compuestos metálicos como los *Metal Organic Frameworks* (MOFs). Estos compuestos, actúan como adsorbentes ideales que además de tener una estructura porosa y ordenada, cuentan con metales en su estructura lo que hace que actúen como adsorbentes catalíticos ideales. En este estudio se sintetizaron, NH₂-MIL-101(Fe), NH₂-MIL-125 (Ti) y MIL-53 (Al) y se evaluaron como material adsorbente de diclofenaco sódico (DS). Se realizaron evaluaciones estructurales y catalíticas de los MOFs mediante XRD, FTIR, XPS, espectroscopia de impedancia electroquímica, análisis de ancho de banda, medición de área superficial electroquímica, determinación del punto de carga cero e imágenes TEM-EDS. En resumen, estos análisis destacaron la naturaleza porosa y la actividad foto-electroquímica de los MOFs.

Los resultados reflejan valores de eliminación de DS elevados con *uptakes* de, 482, 725 y 598 mg/g para NH₂-MIL-101(Fe), NH₂-MIL-125 (Ti) y MIL-53 (Al), respectivamente. Además, estos MOFs pudieron ser regenerados utilizando varios AOPs dependiendo de las características del MOF, obteniendo en todos los casos (Fenton, fotocátalisis y foto-Fenton) una regeneración de más del 60 %. Así, aplicando AOPs de manera secuencial se consiguió una regeneración total que posibilitó la reutilización de los MOFs. El proceso resultó ser competitivo para el tratamiento de aguas residuales reales.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado con los proyectos PID2020-113667GBI00 y PCI2022-132941 por MCIN/AEI/10.13039/501100011033. La investigadora Aida M. Díez agradece a la Xunta de Galicia (ED481D-2023/015) la financiación recibida.

C16. Producción electroquímica de peróxido de hidrógeno con materiales de carbono obtenidos de digestatos

Á. Ramírez, E. López-Fernández, M. Muñoz-Morales, A. Parodi, F. Martín, J. Llanos

*Universidad de Castilla-La Mancha, Departamento de Ingeniería Química,
Laboratorio de Tecnologías Integradas de Recuperación Ambiental (EARTH), Ciudad
Real*

E-mail del autor para la correspondencia: Javier.llanos@uclm.es

Resumen

La transición hacia una economía circular hace necesario el diseño de estrategias eficientes de gestión de residuos. Específicamente, la utilización de la digestión anaerobia para la producción de biogás a partir de materiales orgánicos de desecho se destaca como una solución interesante que, además, reduce la dependencia de los países exportadores de gas natural. Para extender la aplicación de este proceso, es necesario plantear alternativas para la gestión del digestato generado, un subproducto residual, cuya valorización supone una atractiva oportunidad en el marco de la economía circular.

En este escenario, esta investigación propone la conversión de digestatos en materiales de carbono electroactivos, con los que llevar a cabo reacciones electroquímicas de interés, como es el caso de la producción de peróxido de hidrógeno, como base para el diseño de procesos electroquímicos de oxidación avanzada a aplicar en tratamiento de aguas. En este trabajo, se ha utilizado como material de base digestato residual obtenido de la planta de digestión anaerobia de la EDAR de Ciudad Real. Este digestato ha sido sometido a un proceso de carbonización hidrotermal (HTC) y, posteriormente, a activación química y térmica, con el fin de mejorar sus propiedades fisicoquímicas y estructurales y, así, incrementar la eficacia en la producción de peróxido de hidrógeno. Asimismo, se han evaluado mezclas de digestato con fitomasa residual, con el fin de evaluar la potencial combinación de ambas fuentes de biomasa. En líneas generales, se ha observado un comportamiento sobresaliente del *hydrochar* sin activar (producto obtenido directamente de HTC), observando un efecto sinérgico en la mezcla de ambas biomásas de partida.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero de los Proyectos TED2021-131810A-I00 y PID2022-141265OB-I00 financiados por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea "NextGenerationEU"/PRTR and FEDER "Una manera de hacer Europa", respectivamente.

C17. Efecto del sustrato y la concentración de efluente en el rendimiento de humedales construidos verticales subsuperficiales en escala laboratorio

D. T. Ruwer¹, C. Martínez-García^{1,2}

*¹ Centro Tecnológico CETIM, Área ECO BIO Tecnologías. Parque Empresarial de Alvedro, calle H 20, 15180, Culleredo, A Coruña.
(E-mail: dtrevisan@cetim.es)*

Resumen

Actualmente, los humedales construidos (HC) son reconocidos como una biotecnología efectiva para el tratamiento de aguas, pero aún se discute la influencia de sus diseños, materiales y condiciones operacionales en la eficiencia de eliminación de contaminantes. El objetivo principal de este trabajo fue investigar el rendimiento de HC verticales subsuperficiales sin plantas a escala de laboratorio, utilizando diferentes sustratos, para el tratamiento de diversos tipos y concentraciones de aguas residuales. Durante un periodo de 4 meses, se alimentaron seis HC (1m²) con aguas residuales sintéticas, de los cuales dos recibieron aguas grises (AG), dos aguas residuales domésticas (AR) y dos aguas de escorrentía (AE). Tres HC se llenaron con grava, y tres con una mezcla de coco coir, biochar y grava. Dos veces durante 3 días, los sistemas se alimentaron con las mismas aguas sintéticas diluidas al 80%. Los HC se operaron bajo una carga hidráulica de 56 mm/día, 1-2 días de retención, y cargas de 1-31mg/L de NH₄⁺ y 50mg/L – 587mg/L de DQO. Los sistemas con materiales mixtos demostraron ser los más eficientes en la eliminación de DQO y NH₄⁺ para casi todas las aguas, con excepción de la eliminación de NH₄⁺ en los sistemas alimentados por AG. Los HC con biochar y coco coir alcanzaron reducciones máximas de COD de 95%, 90% y 81% para AR, AG y AE, respectivamente. Estos mismos sistemas lograron una reducción máxima de NH₄⁺ del 100% y 81% para AR y AE. Se observaron los valores más bajos de reducción de DQO y NH₄⁺ en ambos sistemas durante los periodos de alimentación con aguas diluidas. Estos resultados destacan el gran potencial de diversos sustratos (biochar y coco coir) para mejorar el rendimiento de estos sistemas en el tratamiento de diversas aguas, aunque su eficacia mostró ser inestable con la disminución de la carga de contaminantes.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el proyecto NICE (acuerdo de subvención 101003765) del programa de investigación e innovación Horizon 2020 de la Unión Europea.

C18. Nuevo esquema de tratamiento para aplicar los principios de la economía circular al tratamiento de aguas residuales

J. Serralta¹, R. Barat¹, A. Bouzas², J. Ribes², D. Aguado¹, M. Pachés¹, L. Borrás², N. Martí², J. Carrillo², L. Pastor², J.B. Giménez², M.V. Ruano², A. Robles², A. Jiménez¹, J. Díaz², P. Ruiz¹, J. Godifredo¹, L. Ruiz¹, W.A. Izquierdo¹, A. Seco², J. Ferrer¹

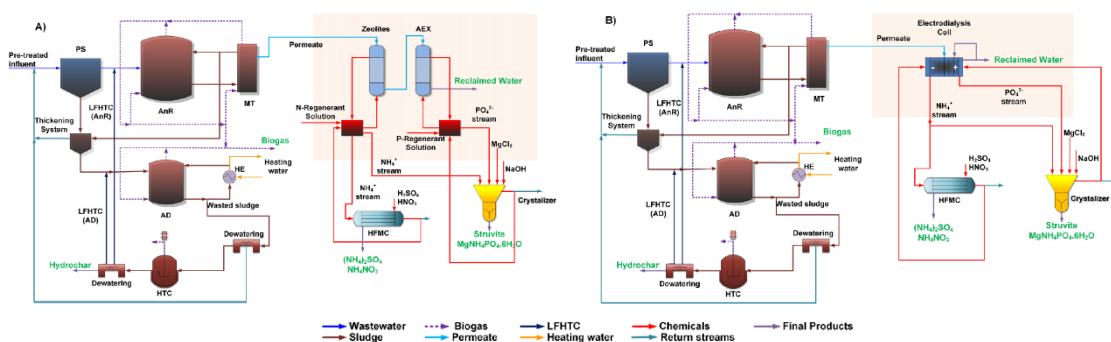
¹ CALAGUA – Unidad Mixta UV-UPV, Institut Universitari d'Investigació d'Enginyeria de l'Aigua i Medi Ambient – IIAMA, Universitat Politècnica de València.

² CALAGUA – Unidad Mixta UV-UPV, Departament d'Enginyeria Química, Universitat de València.

E-mail del autor para la correspondencia: jserralt@hma.upv.es

Resumen

Este trabajo muestra los resultados obtenidos en el proyecto RECREATE en el que se ha evaluado a escala piloto y de laboratorio un nuevo esquema de tratamiento para maximizar el aprovechamiento de los recursos contenidos en las aguas residuales y obtener un biosólido sanitariamente seguro (ver figura). Para la valorización de la materia orgánica el esquema combina un reactor AnMBR con tratamientos convencionales como decantación primaria y digestión anaerobia. Para la recuperación de los nutrientes presentes en el permeado del AnMBR es necesaria una etapa previa de concentración. Se han evaluado 2 alternativas: las columnas de intercambio iónico (opción A) y la electrodiálisis (opción B). Las corrientes concentradas en nutrientes han servido de alimento para la cristalización de estruvita y los contactores de membranas. El fango digerido ha sido sometido a un proceso de carbonización hidrotérmal obteniéndose un hidrochar. La fracción líquida obtenida se recirculará a la digestión anaerobia para la valorización de la materia orgánica presente en dicha corriente.



Agradecimientos

El proyecto RECREATE (PID2020-114315RB-C2) ha sido financiado por la Agencia Española de Investigación.

C19. Efecto del coagulante tanino en la filtración directa por membranas para concentración del agua residual y producción de metano

E. Subtil^{1,2}, A. Contreras², A.F. Mohedano², E. Diaz², J.J. Rodríguez, M.A. de la Rubia²

¹*Universidade Federal do ABC (UFABC), Centro de Ingeniería, Modelado y Ciencias Sociales Aplicadas (CECS), São Paulo, Brasil. E-mail: eduardo.subtil@ufabc.edu.br*

²*Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ingeniería Química, Madrid. E-mail del autor para la correspondencia: angelf.mohedano@uam.es*

El uso de coagulantes naturales para controlar el ensuciamiento de la membrana durante la filtración directa por membrana (FDM) del agua residual, emerge como una alternativa menos perjudicial para el medio ambiente y también menos tóxica para los microorganismos anaeróbicos en comparación con los coagulantes metálicos. En este estudio, se han desarrollado experimentos de ultrafiltración para concentrar el agua residual con 10, 20, 30 y 50 mg·L⁻¹ del coagulante natural tanino, con el fin de evaluar su capacidad en la reducción del ensuciamiento y su impacto en la producción de biogás del concentrado de las membranas. El procedimiento experimental ha consistido en el seguimiento del proceso mediante diferentes parámetros fisicoquímicos, estudios de filtrabilidad para la cuantificación del ensuciamiento, caracterización avanzada de las sustancias ensuciadoras por cromatografía líquida acoplada a un analizador de carbono orgánico total (LC-DOC) y ensayos del potencial bioquímico de metano del concentrado. Los resultados de filtración demostraron que 30 mg·L⁻¹ del tanino son suficientes para prevenir el incremento de la presión transmembra, reduciendo la resistencia del ensuciamiento de 39,1 x 10¹¹ m⁻¹ a solo 2,1 x 10¹¹ m⁻¹. Gran parte de esta reducción se debió a la drástica disminución de la deposición de sustancias ensuciadoras en la superficie de la membrana, ya que con el tanino se favoreció la formación de agregados de mayor tamaño y con mayor capacidad de resistir la rotura durante la filtración. Se observó también una reducción de la concentración de biopolímeros (> 100000 g/mol) de 22,3 para 8,2 mgc·m⁻² y de 5,3 a 1,3 mgc·m⁻² atrapados en los poros y en la superficie de las membranas, respectivamente, que se supone son las principales sustancias ensuciadoras. Al mismo tiempo, el sistema híbrido de filtración asistida con el coagulante orgánico natural (30 mg·L⁻¹) fue capaz de producir un permeado con 73 ± 2 mg DQO/L, no observándose inhibición en la producción de metano del concentrado con el tanino. En conclusión, el coagulante tanino provoca una reducción de la concentración biopolímeros y promueve su retención en el agregado formado durante el proceso de filtración. Esto facilita su posterior eliminación durante la filtración tangencial, lo que a su vez previene el ensuciamiento de la membrana. Además, el coagulante no afecta a la digestión anaerobia del concentrado, beneficiando la recuperación energética de la materia orgánica y contribuyendo a mejorar la eficiencia energética de todo el sistema.

Agradecimientos

PID2022-138632OB-I00 financiado por MCIN/ AEI / 10.13039/501100011033 / FEDER, UE; TED2021-130287B-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea “NextGenerationEU”/PRTR. CNPq proceso 311403/2022-0.

C20. Desarrollo de una biofactoría para la producción de energía y tratamiento de purines mediante tecnología de reactores bifásicos granulares expandidos (EGSBiofactory)

A.J. Aragón^{1,2}, M.J. Gallardo^{1,2}, A. González-Martínez², J. González-López², F. Osorio^{1,2}

¹ *Universidad de Granada, Departamento de Ingeniería Civil, Grupo de Investigación MITA. Granada*

² *Universidad de Granada, Instituto del Agua, Grupo de Investigación MITA. Granada*
E-mail del autor para la correspondencia: fosorio@ugr.es

Resumen

Actualmente, existe un grave problema medioambiental asociado a la generación de residuos procedentes de las industrias del sector ganadero, especialmente los purines. Concretamente, los purines han sido objeto de regulación por normativas europeas que incentivan la sustitución de prácticas habituales de aplicación directa en el suelo por técnicas más sostenibles y sustentadas en los principios de la **Economía Circular**.

Para alcanzar estos objetivos, proponemos un tratamiento anaerobio de los efluentes ganaderos, utilizando una tecnología muy novedosa, que combina dos procesos avanzados también muy recientes en su desarrollo: el **Reactor Biológico Granular Expandido (EGSB)** y la **Digestión Anaerobia Bifásica**. La sinergia de su aplicación conjunta permitirá obtener una tecnología de máxima eficiencia en el escenario actual, con un menor coste de instalación y explotación frente a otras soluciones.

Además de optimizar el diseño de la tecnología propuesta mediante la operación de una **planta piloto a escala semi-industrial**, basándose en criterios técnicos y biológicos, se está realizando un análisis de las **sustancias antibióticas** que se detectan en los purines, antes y después del tratamiento. En efecto, la presencia de antibióticos en purines es un problema que no podemos ignorar, debido a la frecuente administración de estas sustancias a los animales y al elevado porcentaje (aproximadamente 60%), que se elimina a través de la orina y las heces. Estamos utilizando **técnicas avanzadas de biología molecular para obtener el resistoma bacteriano**, así como la identificación y evolución de las poblaciones microbianas, con el fin de relacionar los resultados con la eficacia del proceso y el desarrollo de especies resistentes a los antibióticos que puedan transferirse al medio ambiente. De forma paralela, se lleva a cabo un **estudio de la producción y caracterización del biogás** generado, así como de las características físico – químicas y biológicas del purín digerido. Por último, en una fase posterior de esta investigación, se realizará un **análisis económico – financiero** de la tecnología de biorreactores EGSB bifásicos para el tratamiento del purín. Para ello, se utilizarán técnicas como el Análisis del ciclo de vida para calcular y evaluar la huella medioambiental en comparación con tecnologías convencionales, que nos permitan caminar hacia un paradigma que garantice la sostenibilidad.

Agradecimientos

Este trabajo se desarrolla gracias a la concesión de un proyecto del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Ref.: TED2021-132494B-I00).

Referencias

Gallardo-Altamirano et al. 2021. Insights into the removal of pharmaceutically active compounds from sewage sludge by two-stage mesophilic anaerobic digestion. *Science of the Total Environment*, 789, 147869. / **García-Ruiz** et al. 2020. Biogas Production and Microbial Community Structure in a Stable-Stage of a Two-Stage Anaerobic Digester.

AICHE Journal, 66(2), e16807. / **Gonzalez-Martinez** et al., 2014. Effect of ciprofloxacin antibiotic on the partial-nitritation process and bacterial community structure of a submerged biofilter. *Science of the Total Environment*, 476-477, pp. 27. / **Gonzalez-Martinez** et al. 2016. Archaeal and bacterial community dynamics and bioprocess performance of a bench-scale two-stage anaerobic digester. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 100 (13): 6013-33. / **Gonzalez-Martinez** et al. 2017. Start-up and operation of an aerobic granular sludge system under low working temperature inoculated with cold-adapted activated sludge from Finland. *Biores. Technol.* 239: 180-189. / **Gonzalez-Martinez** et al. 2018. Performance and microbial community structure of a polar Arctic Circle aerobic granular sludge system operating at low temperature. *Biores. Technol.* 256: 22-29 / **Muñoz-Palazon** et al. 2018. Pollutants degradation performance and microbial community structure of aerobic granular sludge systems using inoculums adapted at mild and low temperature. *Chemosphere*. 204:431-441.

C21. Evaluación de los sistemas aeróbicos granulares en la mitigación de la resistencia a los antibióticos en aguas residuales hospitalarias

L. Pérez-Bou^{1,2}, B. Rodelas², B. Juárez², M. E. Carballo Valdes¹, A. González-Martínez², J. González-López², D. Correa-Galeote²

¹ *Universidad de la Habana, Dpto. de Microbiología y Virología. La Habana, Cuba*

² *Universidad de Granada, Instituto de Investigación del Agua. Granada, España*

E-mail del autor para la correspondencia: dcorrea@ugr.es

Resumen

El tratamiento del agua residual hospitalaria mediante sistemas convencionales resulta en una escasa reducción tanto en el contenido en antibióticos como de genes de resistencia a los antibióticos (ARGs), contribuyendo a la diseminación de los mismos (Pérez-Bou et al., 2024). Por ello, en este estudio se evaluó la eficacia de los sistemas aeróbicos granulares (AGS) como alternativa en el tratamiento de aguas residuales hospitalarias reales previo a su vertido a la red general de saneamiento. Se operó un biorreactor AGS a escala de laboratorio durante 150 días y se analizaron las concentraciones de 9 compuestos antibacterianos y de 11 genes que confieren resistencia a los mismos mediante cromatografía HPLC/QTOF-MS y PCR cuantitativa, respectivamente. Se detectaron concentraciones elevadas de antibióticos, destacando las concentraciones máximas de ciprofloxacino (7.302 ng/L) y sulfametoxazol (5.623 ng/L). El sistema AGS mostró una alta eficiencia de eliminación (>70%) para los antibióticos gentamicina, doxiciclina, sulfametoxazol y ampicilina; aunque el ciprofloxacino y el trimetoprim persistieron en los efluentes generados. Por otra parte, existió un enriquecimiento en la abundancia de los ARGs *aadA*, *aadB*, *bla_{SHV}*, *bla_{TEM}*, *ermB*, *fosA* y *qnrS*. Por tanto, los sistemas AGS son una biotecnología prometedora para la eliminación *in situ* de antibióticos en aguas residuales hospitalarias, si bien las biomásas generadas experimentaron un enriquecimiento en el número de bacterias resistentes, puesto que se observaron correlaciones positivas estadísticamente significativas entre las concentraciones de antibióticos y las abundancias de la mayoría de ARGs.

Agradecimientos: Esta investigación ha sido financiada por la Junta de Andalucía (Proyecto ECORESISTOME (A-RNM-62-UGR20)).

Referencias:

Perez-Bou et al. (2024). *Microb. Ecol.* 87, 14. doi: 10.1007/s00248-023-02325-4.

C22. Efecto de la degradación de la especie invasora *Rugulopteryx okamurae* en el proceso de Digestión Anaerobia: Polución por metales pesados y cinética del proceso.

D. De la Lama-Calvente^a, M.J. Fernández-Rodríguez^b, F. Raposo, J.C. García-Gómez^c, R. Borja^a

^a Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) - Instituto de la Grasa (IG),
Departamento de Biotecnología de los Alimentos. Sevilla.

^b Universidad de Sevilla, Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Sevilla

^c Universidad de Sevilla, Departamento de Zoología. Sevilla

Resumen

La especie invasora *Rugulopteryx okamurae* (*R.o.*) se ha expandido por gran parte de la zona oriental del mar Mediterráneo en apenas una década, provocando graves pérdidas y cambios en los ecosistemas marinos y costeros. Esta expansión sin control, ocurre a pesar de los esfuerzos de las autoridades locales por reducir su impacto económico y ambiental. En este estudio se propone un proceso de digestión anaerobia (DA) donde la biomasa de *R.o.* es transformada en biogás (rico en metano) y en un digestato con alto contenido en nutrientes esenciales. Por primera vez, se analiza la influencia de la biodegradación natural que sufre la especie invasora *R.o.* sobre el rendimiento en metano. El estudio se llevó a cabo mediante ensayos de potencial bioquímico de metano utilizando distintos modelos cinéticos. Además, se estudió el impacto de dos pretratamientos (uno térmico y otro mecánico con zeolita) en el proceso de DA. Los resultados demostraron que la biomasa que produjo un mayor rendimiento en metano fue la recogida de arribazón fresco tras el pretratamiento mecánico [219 (15) NL_{CH₄} kg_{VS}⁻¹]. No se observaron diferencias significativas en los rendimientos de los demás ensayos, a excepción del valor más bajo que correspondió a la biomasa natural pretratada mecánicamente. Los bajos contenidos de metano obtenidos comparados con los rendimientos detallados en la bibliografía pueden explicarse por el alto contenido en metales pesados de la biomasa algal estudiada. Respecto a la cinética del proceso, se observó un aumento de la constante específica de velocidad del 28,5% y del 20,0% cuando la biomasa natural y la de arribazón fresco, respectivamente, fueron tratadas térmicamente. Igualmente, se detectó un incremento en la velocidad de producción de metano del 80,5% cuando la biomasa de arribazón fresco fue pretratada mecánicamente.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer al Ministerio de Ciencia e Innovación la financiación del último proyecto del Plan Estatal de referencia PID2020-114975RB-100/AEI/10.13039/501100011033.

C23. Tratamiento de Aguas Salinas mediante el Consorcio de Lodo Granular Aerobio con Microalga

J.R. Lorenzo-Llarena¹, J. Cárdenas-Roco¹, S. Santorio¹, A. Pedrouso¹, A. Val del Río¹, A. Mosquera-Corral¹

¹ *Universidade de Santiago de Compostela, CRETUS. Santiago de Compostela*

E-mail del autor para la correspondencia: anuska.mosquera@usc.es

Resumen

La bioaumentación del lodo granular aerobio (LGA) con microalgas ofrece la posibilidad de crear un consorcio capaz de eliminar tanto la materia orgánica como el nitrógeno presente en las aguas residuales. Esta tecnología presenta ventajas significativas en comparación con los sistemas convencionales de lodos activos, ya que implica ahorros en los costes de aeración debido a la producción de oxígeno por parte de las microalgas. Además, este proceso contribuye a la reducción de las emisiones de CO₂ a través de los procesos fotosintéticos asociados (Quijano et al., 2017). En el presente trabajo se operó durante 116 días un reactor discontinuo secuencial (SBR) inoculado con LGA, tratando una alimentación sintética con concentraciones de 950 mg DQO/L, 110 mg N-NH₄⁺/L y 10 g NaCl/L. La bioaumentación del LGA con microalgas se llevó a cabo a partir del día 75 (manteniendo la aeración del sistema). El consorcio presentó una buena sedimentabilidad con valores del índice volumétrico de lodos (IVL) de 55 mL/g SST, además de una buena eficacia en la eliminación de materia orgánica y nitrógeno, 85,8% y 53,3%, respectivamente. Posteriormente, a partir del día 91 se cortó la aeración externa para evaluar el rendimiento del reactor sin dicha aportación, lo que resultó incluso en una mejora en la sedimentabilidad, con valores del IVL de 28 mL/g SST y una relación IVL₅/IVL₃₀ próxima a 1. No obstante, esta modificación condujo a una significativa reducción en la capacidad de tratamiento del sistema para eliminar materia orgánica y nitrógeno debido a una baja aportación de oxígeno por parte de las microalgas afectando a las bacterias heterótrofas.

Agradecimientos

A la Agencia Estatal de Investigación (AEI) a través del proyecto ALBA (CNS2022-135142), financiado por la Unión Europea-Next Generation EU. J. R. Lorenzo-Llarena al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades por la ayuda FPU-021/05797. A. Pedrouso a la Xunta de Galicia por la beca postdoctoral ED481B-2021-041.

Referencias

Quijano, G., Arcila, J.S. y Buitrón, G. (2017) Microalgal-bacterial aggregates: Applications and perspectives for wastewater treatment. *Biotechnology Advances*. 35, 772-781. doi:10.1016/j.biotechadv.2017.07.003

C24. Biosorción de Zn(II) y síntesis de ZnO-NPs por *Penicillium* sp.

8L2: determinación del efecto biocida

M. Moya^{1,2}, A.J. Muñoz¹, F. Espínola^{1,2}, C. Martín¹, E. Ruiz^{1,2}

¹ Department of Chemical, Environmental and Materials Engineering, Universidad de Jaén, Campus Las Lagunillas, 23071 Jaén, Spain.

² Centre for Advanced Studies in Earth Sciences, Energy and Environment (CEACTEMA), Universidad de Jaén, Campus Las Lagunillas, 23071 Jaén, Spain.
E-mail del autor para la correspondencia: mmoya@ujaen.es

Resumen

El zinc es un metal pesado que puede ser tóxico para el medioambiente y la salud incluso a concentraciones bajas (Alzahrani et al., 2022). La Agencia de Protección del Medio Ambiente de EEUU (EPA) limita el contenido de Zn(II) en el agua potable para consumo humano a 5 mg/L (ATSDR, 2024) y para uso industrial a 2 mg/L.

Se ha estudiado la capacidad de biosorción de Zn(II) por el hongo ubicuo *Penicillium* sp. 8L2, y la capacidad para sintetizar nanopartículas de ZnO (ZnO-NPs). Se han determinado las condiciones óptimas de biosorción mediante Metodología de Superficie de Respuesta (MSR), obteniendo un pH de 5,6 y concentración de biomasa de 0,2 g/L. Se ha determinado una cinética de pseudo-primer orden (modelo de Lagergren, $q_e = 55,63$ mg/g, $k = 1,77 \cdot 10^{-4}$ g/(mg min)) y obtenido las isothermas de equilibrio ($q_m = 52,14$ mg/g, según el modelo de Langmuir). Finalmente, se han obtenido ZnO-NPs de diámetro inferior a 50 nm, con un marcado carácter biocida sobre una batería de hongos y de bacterias grampositivas y gramnegativas.

Agradecimientos

Ministerio de Ciencia e Innovación. Proyecto: “Eliminación de metales pesados y obtención de nanopartículas” (TED2021-129552B-I00). Centro de Instrumentación Científico-Técnica de la Universidad de Jaén.

Referencias

Alzahrani, O.M.; Abo-Amer, A.E.; Mohamed, R.M. (2022). Improvement of Zn(II) and Cd(II) biosorption by *Priestia megaterium* PRJNA526404 isolated from agricultural wastewater. *Microorganisms* 10, 2510. DOI: 10.3390/microorganisms10122510

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) (2024). Toxicological review of Zinc. <https://wwwn.cdc.gov/TSP/PHS/PHS.aspx?phsids=300&toxid=54>. Visitada el 19/2/2024 a las 14:00.

C25. Caracterización experimental de sistemas de aireación en EDAR: análisis de los parámetros hidrodinámico y la transferencia de oxígeno

O. Prades-Mateu¹, G. Monrós-Andreu¹, R. Martínez-Cuenca¹, S. Torro¹, S. Chiva¹

¹ Universitat Jaume I, Departamento de Ingeniería Mecánica y construcción, Grupo de Investigación Fluidos Multifásicos (GFM). Castelló de la Plana
E-mail del autor para la correspondencia: schiva@uji.es

Resumen

El objetivo del trabajo es la caracterización experimental completa de sistemas de aireación mediante difusor. La caracterización de la fase gas se ha realizado mediante imagen y sensores de conductividad de 4 puntas (obtención de los parámetros de flujo bifásico principales: fracción huecos, velocidad interfacial, tamaño de burbuja, etc.): La caracterización de la fase líquida se ha realizado mediante sistemas de velocimetría acústica (ADV, Nortek®). Las medidas principales se han realizado en el Centro de Investigación en Robótica y Tecnologías Subacuáticas (CIRTESU) en la Universitat Jaume I. Esta instalación dispone un tanque de 8x12x5m con un total de 144 difusores de 12'' con sistema de agitación forzada. CIRTESU permite el estudio a escala de los fenómenos hidrodinámicos y de transferencia de masa que instalaciones de depuración reales. Estas medidas se complementan con medidas detalladas a menor escala en la instalación REACT-UJI (tanque instrumentado y con acceso óptico de 1.3x1.3x2).



Agradecimientos

Los autores agradecen al Proyecto PID2021-128405OB-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ y por FEDER Una manera de hacer Europa, y al "Plan complementario THINKINAZUL. Componente 17 "Reforma institucional y fortalecimiento de las capacidades del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación". Plan de recuperación, transformación y resiliencia (PRTR)"

C26. Can graphene oxide enhance methane production and pharmaceutical removal in anaerobic digestion?

O. Casabella¹, J.L. Balcazar¹, J. Radjenovic^{1,2}, M. Pijuan^{1*}

¹ *Catalan Institute for Water Research (ICRA), C. Emili Grahit 101, 17003 Girona*

² *Catalan Institution for Research and Advanced Studies (ICREA), Passeig Lluís Companys 23, 08010, Barcelona*

Corresponding author: mpijuan@icra.cat*

Abstract

The addition of non-biological conductive materials into anaerobic reactors 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, enhancing the production of methane (Johnravindar, et al., 2020). Graphene oxide is an insulating material but can be biologically reduced when in contact with an anaerobic microbial consortium, significantly increasing its conductivity. Its effects on anaerobic microbial communities are not clear as contradictory findings in terms of CH₄ production have been published (Dong, et al., 2019; Bueno-López, et al., 2020). For the past 3 years we have investigated the impact of GO on anaerobic sludge assessing its effects on methane production potential, removal of pharmaceutical compounds (PhACs) and microbial community during short-term and long-term exposure to GO.

Short-term experiments were conducted using the Biochemical Methane Production (BMP) tests methodology and using waste activated sludge and cellulose as substrates. Long-term experiments were conducted in an Anaerobic Membrane Bioreactor (AnMBR) treating municipal wastewater for more than a year. The key results obtained will be presented at the conference.

The main conclusions obtained are:

- GO initially compromise methane production, but once the nanomaterial is incorporated into the sludge methane production kinetics significantly increase (~37%), demonstrating the activation of direct interspecies electron transfer (DIET) processes.
- The biological reduction of rGO promotes the removal of pharmaceutical compounds, including some recalcitrant PhACs such as carbamazepine. This removal decreases once GO is reduced.

Acknowledgements: Research funded by the Spanish Ministry of Science, Innovation and Universities (PID2019-110346RB-C22/MICN/AEI/10.13039/501100011033) ANTARES Project. O. Casabella acknowledges Generalitat de Catalunya and European Social Fund for his FI fellowship (2021 FI_B 00491). The authors acknowledge the support from the Catalan Government through a Consolidated Research Group (ICRA-TECH-2021 SGR01283).

References: Bueno-López, J. I., et al. (2020). *Biodegradation*, 31(1), 35–45 ;Dong, B. et al., (2019). *Science of the Total Environment*, 646, 1376–1384; Johnravindar, D. et al., (2020) *Biomass and Bioenergy*, 136, 105543.

C27. Biorrefinerías urbanas diseñadas para la valorización de bio-residuos en bio-productos de alto valor añadido y bio-energía

A. Prats¹, A. Rios-Mejía¹, J.P. Gallardo¹, L. Pastor¹, L. Borrás¹, M. V. Ruano¹, A. Robles¹

¹ *Universitat de València, Departament d'Enginyeria Química, CALAGUA – Unidad Mixta UV – UPV. Valencia.
m.victoria.ruano@uv.es*

Resumen

La valorización de residuos representa un pilar fundamental para la transición hacia una economía sostenible (Sekoai *et al.*, 2021), incluyéndose entre los objetivos del EU Green Deal y las estrategias de innovación españolas para actividades industriales. Para ello, las biorrefinerías se presentan como motor de cambio hacia una economía circular, permitiendo transformar los residuos en productos de alto valor añadido (Tsang *et al.*, 2019). El presente proyecto propone una biorrefinería urbana que se constituye en torno al proceso de fermentación oscura, haciendo uso de la tecnología de biorreactores anaerobio de membranas (AnMBR), con el objetivo de valorizar de forma segura los residuos municipales de origen alimentario y el fango primario espesado procedente de estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas (EDAR). Los bio-productos producidos en la biorrefinería propuesta se corresponden con químicos verdes (ácidos grasos volátiles (AGV), ácido láctico (AL) y fertilizantes), polihidroxialcanoatos (PHA), proteínas unicelulares (SCP) y vectores energéticos (biogás, H₂ y/o hytano). Concretamente, este proyecto pretende la propuesta de la combinación óptima de bio-productos y vectores energéticos en función de las condiciones socioeconómicas y ambientales de cada ubicación. En este trabajo se presentan los resultados derivados de las siguientes tareas: 1) evaluar las condiciones de operación más favorables para distintas rutas metabólicas de la fermentación oscura (i.e., ruta AGV/H₂, ruta AL), impulsando la coproducción de químicos verdes y vectores energéticos, 2) optimizar un sistema de homoacetogenesis a partir del gas de fermentación (H₂/CO₂) producido en sistema previo de fermentación oscura, para la producción de acetato y su posterior uso como sustrato para la producción de SCP, y 3) evaluar la producción de PHA en un proceso en dos etapas, utilizando los AGV generados en el sistema de fermentación oscura (primera etapa; enriquecimiento) y el acetato producido en el reactor de homoacetogenesis (segunda etapa; acumulación).

Referencias

Tsang, Y. F., Kumar, V., Samadar, P., Yang, Y., Lee, J., Ok, Y. S., Song, H., Kim, K.-H., Kwon, E. E., & Jeon, Y. J. (2019). Production of bioplastic through food waste valorization. *Environment International*, 127, 625–644. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.03.076>

Sekoai, P. T., Ghimire, A., Ezeokoli, O. T., Rao, S., Ngan, W. Y., Habimana, O., Yao, Y., Yang, P., Yiu Fung, A. H., Yoro, K. O., Daramola, M. O., & Hung, C.-H. (2021). Valorization of volatile fatty acids from the dark fermentation waste Streams-A promising pathway for a biorefinery concept. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 143, 110971. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110971>

C28. Valorización de efluentes de EDAR urbana e industria agroalimentaria para la obtención de ácidos grasos volátiles y de cadena media

H. Quintana-Álvarez^{1,2}, A. Castro-Fernandez^{1,2}, A. Taboada-Santos¹, L. Rodríguez-Hernández³, C.M. Castro-Barros¹, C. Reino¹

¹ *CETAQUA, Centro Tecnológico del Agua, A Vila da Auga, Santiago de Compostela.*

² *Inst. CRETUS, Dpto. de Ingeniería Química, Universidade de Santiago de Compostela.*

³ *VIAQUA, A Vila da Auga, Santiago de Compostela*

E-mail del autor para la correspondencia: clara.reino@cetaqua.com

Resumen

En el contexto actual de descarbonización y limitación del uso de combustibles fósiles, el desarrollo de tecnologías de producción sostenible de compuestos orgánicos de alto valor añadido ha despertado gran interés en el ámbito de la industria biotecnológica. En este sentido, los procesos biológicos anaerobios se presentan como una fuente clave en la obtención de biocompuestos de origen renovable y entre estos se encuentran los ácidos grasos, productos altamente demandados en la industria química, farmacéutica y alimentaria. En este trabajo se presentan tecnologías de valorización de corrientes residuales para la obtención de ácidos grasos volátiles (AGV) y ácidos grasos de cadena media (AGCM).

Por una parte se presenta un proceso de producción y purificación de corrientes de AGV a partir de fangos generados en EDAR urbana. Este proceso se ha implementado a escala piloto y cuenta con una etapa de fermentación (fermentador de 1,5 m³) y una etapa de purificación (capacidad de tratamiento de 2,5 m³ d⁻¹) que permite alcanzar corrientes concentradas de AGV acorde a las necesidades de producto requeridas. La etapa de purificación consta de un tren de membranas que permite alcanzar concentraciones de AGV del orden del 5%, seguida de una etapa de extracción líquido-líquido y una destilación, que permiten alcanzar purezas mayores al 90%.

Por otra parte se presenta un proceso de producción de corrientes ricas en AGCM a partir de efluente residual de la industria vinícola. Los AGCM se han posicionado en el mercado como productos de creciente interés, pero su producción a partir de corrientes residuales todavía no está desarrollada para permitir el escalado a nivel industrial. En este trabajo se han evaluado distintas condiciones de operación a escala laboratorio (fermentadores de 15l) para el desarrollo de los procesos de fermentación y elongación de cadena en una única etapa, con el objetivo de profundizar en el conocimiento del proceso y establecer las condiciones óptimas para el escalado hasta un TRL 7-8.

Agradecimientos

Este trabajo se enmarca dentro del Centro Mixto Cigat Circular, (IN853C/2022), financiado por la Axencia Galega de Innovación y Viaqua.

C29. Caracterización microbiológica de fangos de EDAR y estudio de higienización mediante digestión anaerobia termófila

J. Rodríguez¹, R. Mosteo¹, P. Goñi¹, V. Remacha¹, N. Miguel¹, J. Gomez², A. López²

¹ Universidad de Zaragoza, Grupo de Agua y Salud Ambiental. Zaragoza

² Navarra de Infraestructuras Locales, S.A. Tudela

E-mail: mosteo@unizar.es

Resumen

El tratamiento adecuado de fangos en las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR) es uno de los mayores retos a los que se enfrentan las instalaciones tras el tratamiento de aguas residuales. El principal destino es su uso en agricultura debido al alto contenido en nutrientes (NPK) así como de materia orgánica. No obstante, también tiene una alta carga de microorganismos patógenos, por lo que este uso puede suponer un riesgo para la salud (Sidhu et al., 2008).

En el proyecto “Thermogas” se realiza una caracterización microbiológica de fangos de EDAR previa a su estabilización, cuantificando bacterias indicadoras de calidad microbiológica con una concentración de 10^2 – 10^7 UFC/g de *Escherichia coli* y 10^2 – 10^8 UFC/g de *Enterococcus* spp. Además, mediante técnicas de microscopia y PCR se detecta presencia de protozoos parásitos tales como *Blastocystis*, *Cryptosporidium*, *Entamoeba histolytica* y *Giardia*.

Para aplicar el fango generado en condiciones de seguridad microbiológica, la concentración de patógenos debe estar por debajo de un umbral de seguridad ($<10^3$ NMP/g de Coliformes fecales y ausencia de *Salmonella* en 25 g) marcado por la U.S. EPA (1994). Para ello, dicha norma sugiere realizar ciclos de 24 horas manteniendo la temperatura por encima de los 55°C.

En este estudio se utiliza una planta piloto de digestión anaerobia (3 m³) ubicada en la EDAR Tudela, y se realizan estudios de reducción de patógenos en condiciones termófilas con diferente tiempo entre cargas (2h, 4h, 8h, 12h y 24 h). Los resultados preliminares muestran como a tiempos de 2-4 h de ciclo de digestión, hay reducción de patógenos, sin llegar a cumplir los criterios para garantizar su higienización.

Agradecimientos

Al proyecto CPP2021-008749 (Thermogas) por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la “Unión Europea NextGenerationEU/PRTR” y al Gobierno de Aragón (Grupo de investigación de referencia “Agua y Salud Ambiental” B43_23R).

Referencias

- Sidhu, J.P.S, Toze, S.G. (2009). “Human pathogens and their indicators in biosolids: A literature review”. *Environment International*. 35 (2009), 187-201. doi:10.1016/j.envint.2008.07.006
- U.S. EPA 503 (1994). “Standards for the use or disposal of sewage sludge”

C30. Aplicaciones de la metaproteómica a la biotecnología del agua

A. Trueba-Santiso^{1*}, G. Eibes¹, F. Omil¹, J. M. Lema¹

¹CRETUS, Department of Chemical Engineering, University of Santiago de Compostela, Campus Vida, 15782, Santiago de Compostela, Galicia, Spain.
albamaria.trueba@usc.es

Resumen

El gran desarrollo técnico que ha tenido la metaproteómica basada en espectrometría de masas en los últimos años permite la identificación de la taxonomía y la funcionalidad de miles de proteínas de comunidades bacterianas mixtas coexistentes en la misma muestra. Nuestro grupo de investigación en Biotecnología Ambiental (BIOGROUP) la ha aplicado de manera exitosa en diferentes procesos de tratamientos biológico de agua residual, demostrando su gran potencial para asistir en la optimización de procesos y en la tomad de decisiones.

Como ejemplo, nos permitió identificar el papel del género *Corynebacterium* en la eliminación del antibiótico sulfametoxazol durante un tratamiento aerobio heterótrofo (1). También, el efecto del cerio en el metabolismo de las bacterias N-Damo y la expresión de sus enzimas metanol deshidrogenasas, mejorando sus tasas de eliminación de nitrito y metano (2). En cuanto a aguas industriales, propusimos una prueba de admisión de nuevos efluentes que nos permitió detectar indicadores tempranos de estrés tras una exposición tan corta como 6 h a concentraciones tóxicas de cobre en gránulos anammox (3). En el caso de tecnologías basadas en hongos, identificamos enzimas con alta capacidad oxidativa de hormonas y bisfenol A producidas por *Irpex lacteus* durante fermentación sumergida de residuos de vinaza (4).

Agradecimientos

Los autores pertenecen al Grupo Gallego de referencia competitiva GRC ED431C-2021/37. Agradecen a la Unión Europea y a la Agencia Estatal de investigación por la financiación de PRESAGE (PCI2021-121990, ERA-NET AquaticPollutants Joint Transnational Call, GA N° 869178), European Join Doctorate NOWELTIES (GA N° 812880), el proyecto ANTARES (PID2019-110346RB-C21) y el contrato Ramon y Cajal (RYC2018-024846-I).

Referencias

- (1) Kennes-Veiga et al. 2023. Sulfamethoxazole Enhances Specific Enzymatic Activities under Aerobic Heterotrophic Conditions: A Metaproteomic Approach. *Environ. Science and Technology*, 56, 13152.
- (2) Quiton-Tapia et al. 2023. Metalloenzymes play major roles to achieve high-rate nitrogen removal in N-damo communities: Lessons from metaproteomics, *Bioresource Technology*. 129476, 0960-8524.
- (3) Guzmán-Fierro et al. 2024. Environmental proteomics as a useful methodology for early-stage detection of stress in anammox engineered systems, *Science of The Total Environment*, 912, 169349.
- (4) González-Rodríguez et al. 2022. Bundling the removal of emerging contaminants with the production of ligninolytic enzymes from residual streams. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2022. 106, 1299–1311.

C31. Caracterización avanzada de materia orgánica disuelta: desde la óptima eficiencia en tratamientos hasta la predicción de subproductos de desinfección en aguas potables

M.Valenti-Quiroga^{1*}, P. Daunis-i-Estadella², H. Monclús¹, M.J Martin¹

¹ *Universidad de Girona, Instituto de Medio Ambiente, LEQUIA, Girona*

² *Universidad de Girona, Departamento de Informática, Matemática aplicada y Estadística, Girona*

E-mail del autor para la correspondencia: meritxell.valenti@udg.edu

Resumen

La materia orgánica disuelta (del inglés, DOM) en agua potable actúa como uno de los principales precursores de la formación de subproductos de desinfección (DBPs). Desarrollar herramientas como métodos de fraccionamiento, que permitan entender cómo es su composición y cuál es su rol en los procesos de desinfección, así como poder realizar el seguimiento de los cambios que ésta experimenta frente a los diferentes tratamientos, es pues de gran importancia para facilitar que las empresas de potabilización evalúen la eficiencia de sus procesos y cumplan con los requisitos que garantizan la seguridad del agua. Este trabajo propone un método mejorado de cromatografía de exclusión molecular (HSEC-DAD-OCD, Valenti-Quiroga et al., 2022) utilizando dos columnas analíticas en serie que permiten cuantificar las fracciones de DOM según su peso molecular utilizando un detector de carbono orgánico (OCD) y un detector espectroscópico (DAD). Dada la elevada complejidad composicional de la DOM, determinar cuáles son los mejores indicadores para detectar qué cambios están estrechamente relacionados con la formación de DBPs sigue siendo un desafío. La aplicación de este método no sólo permite profundizar en la composición y eliminación de las distintas fracciones de DOM a lo largo de los tratamientos, sino que permite establecer nuevos marcadores de predicción. Apostar por metodologías basadas en los cambios de las propiedades ópticas es una práctica prometedora puesto que se trata de una técnica con la sensibilidad necesaria, además de ser rápida, económica, y de fácil implementación. A partir del conocimiento obtenido de la caracterización avanzada de muestras procedentes de cuatro plantas potabilizadoras que sirven a más de 4.6 M de habitantes de las áreas metropolitanas de Barcelona y Girona, esta técnica propone un nuevo enfoque para la selección de variables espectroscópicas basadas en el espectro diferencial de absorbancia (DAS) de la fracción mayoritaria de DOM: las sustancias húmicas. A partir de los espectros DAS resultantes de las reacciones de cloración, evaluando las correlaciones múltiples entre variables y una posterior clasificación jerárquica, se han seleccionado cuatro longitudes de onda específicas (220 nm, 252 nm, 290 nm y 362 nm) que actúan como indicadores de los cambios inducidos por la desinfección. Finalmente, se proponen modelos de regresión lineal múltiple que explican la formación de trihalometanos y ácidos haloacéticos regulados en base a estos predictores específicos.

Referencias

Valenti-Quiroga, M., Daunis-i-Estadella, P., Emiliano, P., Valero, F., & Martin, M. J. (2022). NOM fractionation by HPSEC-DAD-OCD for predicting trihalomethane disinfection by-product formation potential in full-scale drinking water treatment plants. *Water Research*, 227. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.119314>

C32. Los lodos de depuradora como fuente renovable de biomoléculas

S. Collado¹, E. Amieva¹, P. Oulego¹, M. Díaz¹

¹ *Universidad de Oviedo, Departamento de Ingeniería Química, Grupo de Tecnología de Bioprocesos y Reactores, Oviedo*

E-mail del autor para la correspondencia: colladosergio@uniovi.es

Resumen

Debido a sus características de baja deshidratabilidad, altas cargas orgánicas y la presencia de materiales peligrosos, como metales pesados u organismos patógenos, la gestión de lodos de depuradora representa un desafío considerable, no solo en términos operativos, sino también económicos. En la actualidad, la gestión de lodos está abierta a nuevas estrategias que permitan la minimización de los lodos, pero también una mayor rentabilidad económica.

Es interesante recordar que los lodos de depuradora, como material biológico, están compuestos principalmente por biomoléculas como proteínas, ácidos húmicos o carbohidratos. Se llevan ya varios años estudiando estrategias para valorizar los lodos de depuradora hacia productos químicos de alto valor. En particular, nuestro grupo de investigación se ha centrado en la revalorización de lodos pretratados por hidrólisis térmica, mediante la recuperación directa de biopolímeros a partir del hidrolizado (proteínas, carbohidratos, ácidos húmicos, etc) o utilizando este hidrolizado como medio de fermentación para la bioproducción de metabolitos de interés (bioplásticos, enzimas, biosurfactantes, etc). En este trabajo se mostrarán algunos de estos temas.

Muchas de estas nuevas vías de valorización química de lodos, son prometedoras aunque con muchos temas de trabajo por delante en distintas fases de investigación, y sin duda más trabajo aún en el tratamiento global, la viabilidad técnica, la competitividad con otras fuentes y su relación con la normativa legal (Zhang et al 2018).

Referencias

Zhang, W., Alvarez-Gaitan, J.P., Dastyar, W., Saint, C.P., Zhao, M. and Short, M.D. (2018) Value-added products derived from waste activated sludge: a biorefinery perspective. *Water*. 10 (545). <https://doi.org/10.3390/w10050545>

García, M., Urrea, J.L., Collado, S., Oulego, P., Díaz, M. (2017) Protein recovery from solubilized sludge by hydrothermal treatments. *Waste Management*. 67, 278-288 10.1016/j.wasman.2017.05.051

Urrea, J.L., Collado, S., Oulego, P., Díaz, M. (2016) Effect of wet oxidation on the fingerprints of polymeric substances from an activated sludge. *Water Research*. 105, 282-290 10.1016/j.watres.2016.09.004

C33. Lodos de depuradora como materia prima para la obtención de bolsas herméticas

L. Romero¹, S. Weng¹, P. Oulego^{1*}, S. Collado¹, I. Marcet¹, M. Díaz¹

¹ Universidad de Oviedo, Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente, Grupo de Tecnología de Bioprocesos y Reactores. Oviedo

*E-mail del autor para la correspondencia: oulegopaula@uniovi.es

Resumen

Este estudio evaluó el potencial del lodo de depuradora como materia prima sostenible para la obtención de un biomaterial empleado en la producción de bolsas herméticas (BMBH), a fin de reducir la dependencia de plásticos derivados del petróleo (Calva-Estrada et al., 2019). Para ello, el lodo fue solubilizado mediante hidrólisis térmica en un amplio rango de temperaturas (120-150°C), tiempos de residencia (1-4 h) y pHs (6.6-10). El tratamiento alcalino mejoró significativamente la solubilización de las biomoléculas, especialmente proteínas (289 ± 1 mg/gSSVo) y sustancias de tipo húmico (144 ± 6 mg/gSSVo), y aumentó la presencia de compuestos de tamaño medio (15-150 kDa) y grande (>150 kDa), mejorando así la resistencia mecánica del BMBH, con valores de resistencia a la perforación de 63.7 ± 0.2 N/mm. También se observó una retención efectiva de la luz UV (280-400 nm), alta solubilidad (~95%), y estabilidad térmica (~74% de degradación a 700 °C). Cabe destacar que el BMBH se empleó con éxito como biomaterial ecológico para contener acetamiprid, un pesticida agrícola, evitando así la exposición humana a sustancias tóxicas (Phogat et al., 2022). Los ensayos indicaron una liberación rápida del pesticida dentro de los primeros 5 min de inmersión del BMBH en agua, obteniéndose solo un 5% de residuos de este tras 20 min (Fig. 1). Además, su uso en suelos se consideró seguro al cumplir la legislación vigente en materia de metales pesados y no presentar crecimiento microbiano.

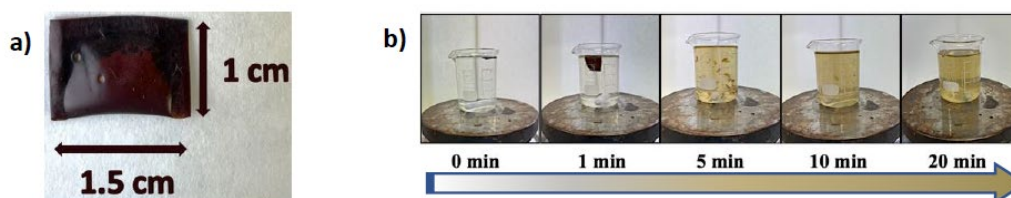


Fig. 1. a) Imagen BMBH. b) Solubilización de BMBH en agua conteniendo cetamiprid.

Agradecimientos:

Los autores agradecen la financiación del Principado de Asturias a través del proyecto AYUD/2021/51041 y del MCIU a través de los proyectos nacionales RTI2018-094218-B-I00 y PID2021-125942OB-I00. L. Romero agradece la beca FPI: PRE2019-091054.

Referencias:

- Calva-Estrada, S.J. et al. 2019. Protein-Based Films: Advances in the Development of Biomaterials Applicable to Food Packaging. *Food Engineering Reviews* 78–92. <https://doi.org/10.1007/s12393-019-09189-w>
- Phogat, A. et al. 2022. Toxicity of the acetamiprid insecticide for mammals: a review. *Environ Chem Lett* 20, 1453–1478. <https://doi.org/10.1007/s10311-021-01353-1>

C34. Gestión optimizada de lodos: integración de hidrólisis térmica y digestión termófila

E. Baquerizo¹, D. Fernández-Polanco², S.I. Pérez-Elvira³, J. Lebrato⁴, R. Arnau⁵,
J. Peña¹, I. Laorga²

¹ EMASESA, ² teCH4+, ³ Universidad de Valladolid, ⁴ Universidad de Sevilla, ⁵ Hydrens

E-mail del autor para la correspondencia: saraisabel.perez@uva.es

Resumen

EMASESA, comprometida con la optimización de sus EDAR hacia una economía circular y en concreto con el papel que juega la línea de lodos, ya opera un caso de éxito de digestión anaerobia mesófila avanzada que incorpora la tecnología de hidrólisis térmica (HT): el proceso MITLOP, que incorpora la codigestión de residuos no peligrosos de alta carga orgánica e integra la tecnología de HT en continuo desarrollada por teCH4+. El proyecto **Therm2 (Thermal Hydrolysis & Thermophilic digestion)** da un paso más en la I+D+i, buscando optimizar la eficiencia de la valorización energética y agrícola de los lodos, mediante el desarrollo de un modelo de gestión de lodos que integre secuencialmente y de manera óptima las tecnologías de HT y DAM (mesófila) o DAT (termófila). El proyecto contempla desde actividades de investigación a escala de laboratorio (operación y caracterización completa de cada etapa), hasta el desarrollo experimental de un sistema piloto para identificar y validar la combinación óptima de estos procesos y su escalabilidad a escala industrial en la EDAR Copero. El proyecto Therm2 está siendo desarrollado por el consorcio formado por las empresas EMASESA, HYDRENS y teCH4+ y las Universidades de Valladolid y Sevilla. La interdisciplinariedad del equipo constituido para este proyecto, con capacidades investigadoras, de desarrollo tecnológico innovador y de aplicabilidad al mercado, lo dota de la robustez necesaria para tener un significativo impacto sectorial.

Este trabajo presenta las actividades de investigación a escala laboratorio ensayando los distintos tipos de lodos (primario, secundario, mixto y digerido) y diferentes configuraciones de proceso (14 escenarios operados en digestores en continuo), que combinan HT con DAM y /o DAT. Se han identificado algunos escenarios de maridaje entre hidrólisis térmica y digestión que en principio presentan un gran atractivo desde el punto de vista del aumento en la producción de biogás y que darían lugar a productos de valor añadido (agrícola) minimizando los costes de inversión (CAPEX) y de operación (OPEX). Los procesos seleccionados como más eficientes serán optimizados en diseño y operación a escala piloto en la EDAR de Copero (Sevilla).

Agradecimientos

El proyecto ha sido cofinanciado por el Ministerio de Ciencia e Innovación a través de la convocatoria de ayuda a Proyectos de I+D+i en Colaboración Público-Privada (Orden CIN/1502/2021, de 27/12/2021).



C35. Fabricación de electrodos electro y catalíticamente activos a partir de fangos residuales de refinería

I. González-González, L.N. de Mora, N. Corrochano, A. Cruz del Álamo, D. González, J.L. Díaz de Tuesta, Y. Segura, M.I. Pariente, R. Molina, F. Martínez

*Universidad Rey Juan Carlos, Departamento de Tecnología Química y Ambiental,
Grupo de Ingeniería Química y Ambiental. Móstoles
E-mail del autor para la correspondencia: raul.molina@urjc.es*

Resumen

El tratamiento de las aguas residuales generadas en las refinerías genera un fango residual de naturaleza compleja, con un contenido sustancial de aceite, incluso después de someterse a un posible proceso de recuperación. En este trabajo se propone la carbonización hidrotérmica (HTC) como alternativa para revalorizar este residuo, obteniendo un material carbonoso (hydrochar) que puede usarse como materia prima para la fabricación de electrodos. El hydrochar obtenido se somete a diversos procesos de activación (con KOH, CO₂ y vapor de agua) y de funcionalización (urea y melanina) con el objetivo de aumentar su superficie específica y generar grupos funcionales nitrogenados superficiales que incrementen sus propiedades electroactivas. A continuación, el material final en polvo se somete a un proceso de conformado en pellets de geometría cuadrada para su disposición en un reactor electroquímico 3D, donde se combina con un cátodo del mismo material y un ánodo de platino. La caracterización de las propiedades electroquímicas de estos microelectrodos muestra una resistencia eléctrica de 7 Ω/m^2 y una resistencia mecánica de 11 N, obteniendo una producción de H₂O₂ de hasta 100 mg/L, in situ en el reactor. Así mismo, el contenido en metales de los microelectrodos favorece su actividad catalítica en el proceso electroFenton con el peróxido de hidrógeno generado, que puede usarse para la eliminación de fenol como contaminante modelo de un agua proveniente de refinería. Estos resultados demuestran que esta metodología es factible desde el punto de vista técnico y tiene el potencial necesario para gestionar de manera efectiva los fangos industriales residuales. Esto resalta la importancia de continuar explorando enfoques integrados e innovadores para abordar los problemas ambientales en la industria del refino.

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación económica a través de los proyectos PID2021-122883OB-I00, TED2021-129595B-I00, y PLEC2021-007761, financiados por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea “NextGenerationEU”/PRTR”.

C36. Eliminación de contaminantes citotóxicos utilizando catalizadores derivados de lodos de depuradora

D. Huber-Benito¹, M. Martín-Martínez, M. Larriba, V.I. Águeda, J. García

Catalysis and Separation Processes Group (CyPS), Chemical Engineering and Materials Department, Faculty of Chemistry, Complutense University of Madrid, Avda. Complutense s/n, 28040 Madrid, Spain.

dihuber@ucm.es

Resumen

Las técnicas tradicionales de gestión de los lodos de depuradora, como la incineración, el compostaje o la deposición en vertedero, están perdiendo importancia debido a la presencia de patógenos, metales pesados y otros contaminantes ^[1], por lo que es crucial desarrollar nuevas tecnologías económicamente viables y sostenibles. Una forma de utilizar estos residuos es la fabricación de carbones derivados de lodos (SDC). Estos materiales son versátiles debido al efecto de distintos grupos funcionales superficiales, la existencia de estructuras micro y mesoporosas, así como la presencia de iones metálicos en las cenizas del material ^[2]. Debido a la presencia de nutrientes (N y P), metales (Ni, Zn, Mg, Ca, Ti, Cu, Fe y Al), O, Si, S y C, los SDC pueden emplearse como catalizadores en procesos avanzados de oxidación para facilitar la generación de radicales sulfato, superóxido e hidroxilo. Así, los SDC se han utilizado en algunos sistemas catalíticos para la degradación de bisfenol A promovida por la descomposición de persulfato, la degradación de m-cresol por oxidación húmeda catalítica de peróxido (CWPO) e incluso la degradación de 2-Naphtol con persulfato.

En este estudio, un catalizador sintetizado mediante pirólisis se ha utilizado para la eliminación de contaminantes emergentes (Metotrexato y Ácido Micofenólico) presentes en aguas hospitalarias, compuestos muy preocupantes por sus características mutagénicas y su peligrosidad para el medio ambiente. Para unas condiciones de operaciones de 100 °C, 15 bares, y dosis de catalizador de 0.3 g·L⁻¹, se ha conseguido una conversión del 96% para el Ácido micofenólico y 99.7% para el metotrexato a 2 horas del proceso. También se han analizado la influencia de distintas matrices, así como la influencia de distintas variables de operación en la reducción del carbono orgánico total (TOC).

Agradecimientos

Este trabajo ha sido apoyado por el MICINN a través del proyecto CATAD3.0 PID2020-116478RB-I00. Además, los autores agradecen la financiación de la Comunidad de Madrid (España), a través de la Red REMTAVARES (S2018/EMT-4341).

Referencias

[1] Feng, L. (2015). Dilemma of sewage sludge treatment and disposal in China. *Environ. Sci. Technol*, 49(8). 4781–4782: <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b01455>

[2] Li Yua, Yunkang Liu, Huangzhao Wei. (2020). A review: preparation of sludge derived carbons and their performance in wastewater treatment. *Desalination and Water Treatment* 202. 169–182. doi: 10.5004/dwt.2020.26146

C37. Estudio integral del proceso de transformación de lodos de depuradora en carbones activos altamente porosos

H. Martínez-Alvarenga¹, M.C. Gutiérrez¹, A. Benítez², J.L. Gómer-Cámer², A. Caballero², M.A. Martín Santos¹

¹ *Universidad de Córdoba, Departamento de Química Inorgánica e Ingeniería Química, RNM-271 UCO-Greening. Córdoba*

² *Universidad de Córdoba, Departamento de Química Inorgánica e Ingeniería Química, FQM-175. Córdoba*
q72maalh@uco.es

Resumen

El lodo de depuradora (LD) es un residuo sólido que se genera en gran cantidad como producto del tratamiento de aguas residuales. El aumento del número de estaciones depuradoras de aguas residuales (EDARs) debido a una normativa cada vez más restrictiva, incrementa la generación de LDs haciendo más compleja su gestión necesaria para minimizar los problemas ambientales asociados a este residuo ⁽¹⁾. Este estudio ha permitido valorizar LD mediante su conversión en carbón activo (CA) de alta calidad y elevado valor añadido, con el objetivo de aprovecharlo en diversas aplicaciones.

La transformación de LD en CA altamente porosos se ha basado en un proceso fácil y sostenible basado en tres etapas consecutivas; i) pre-activación mecánica con KOH como agente activante (AA), ii) tratamiento termoquímico en atmósfera inerte, y iii) purificación ácida. En este estudio se ha realizado una evaluación exhaustiva de los parámetros clave del proceso, incluyendo la cantidad de AA, las temperaturas de pirólisis y los tratamientos de purificación. El objetivo principal ha sido optimizar el proceso de conversión para alcanzar condiciones viables desde la perspectiva económica y ambiental. Como novedad frente a otros estudios publicados, se ha logrado obtener CAs con valores de área superficial en torno a 870 m²/g y un contenido de carbono superior al 60 %, utilizando baja cantidad de AA.

Adicionalmente, esta investigación ha introducido un enfoque innovador al analizar la composición de los destilados de pirólisis y la fracción gaseosa generada en la misma, así como la composición de los efluentes de la purificación del CA. Para ofrecer una visión integral, se realizaron balances de materia, energía y económico con el fin de estimar el coste de producción del CA derivado de LDs, resultando en un precio final aproximado de 8 €/kg_{CA}.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Junta de Andalucía (P20_00432); Universidad de Córdoba (Plan Propio de Investigación 2023, UCOLIDERA); Ministerio de Ciencia e Innovación (PID2020-117438RB-I00 y PID2020-113931RB-I00); y Unión Europea NextGenerationEU/PRTR (PDC2021-120903-I00 y TED2021-130668B-I00).

Referencias

⁽¹⁾ Spinosa, L., Ayol, A., Baudez, J.-C., Canziani, R., Jenicek, P., Leonard, A., Rulkens, W., Xu, G., Van Dijk, L. (2011). Sustainable and Innovative Solutions for Sewage Sludge Management. *Water*. 3, 702-717. <https://doi.org/10.3390/w3020702>

C38. Sistema avanzado de fotobiorreactores de membranas de distinta naturaleza para aguas residuales domésticas

I. Ortega¹, C. González-Martín¹, E. González¹, J. Rodríguez-Sevilla¹, L. Vera^{1*}

*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
E-mail del autor para la correspondencia: luvera@ull.edu.es*

Resumen

Los fotobiorreactores de membrana (MPBR) en los que se incorpora el cultivo de especies fototróficas en sistemas similares a los biorreactores de membrana (MBR) pueden aplicarse como tratamiento avanzado de las aguas residuales urbanas. Sin embargo, el desarrollo de un cultivo mixto de bacterias y microalgas en instalaciones *outdoor* resulta complejo y como cualquier otro proceso de filtración por membranas, el ensuciamiento de estas puede ser un aspecto comprometedor de la operación del MPBR.

En el presente trabajo se compara la puesta en marcha de dos instalaciones MPBR *outdoor* alimentadas en paralelo con el mismo efluente de un lodo activado real, incorporando membranas sumergidas de diferente naturaleza y tipología: ultrafiltración (UF) de fibra hueca orgánica (PVDF) y microfiltración (MF) cerámica plana (alúmina). Ambos MPBR han sido operados con idéntico tiempo de retención hidráulico durante la fase de desarrollo-aclimatación del cultivo, en que no se extrajo biomasa de los sistemas. El incremento de carga orgánica y amoniacal puntuales ligado a un incremento de la población residente, provocó cambios sustanciales en las características del cultivo y la calidad del efluente en ambos MPBR. Sin embargo, ambos sistemas se recuperaron al poco tiempo y así como, la membrana de MF no experimentó un ensuciamiento destacable, la membrana de UF mostró un incremento del ensuciamiento, tanto reversible como residual. Los resultados preliminares de la fase de aclimatación de la biomasa en ambos PMBR de flujo ascendente revelaron un grado de depuración similar en términos de materia orgánica total y disuelta (aprox. 40%), en ambas unidades, si bien la conversión de compuestos nitrogenados y fósforo disueltos fue ligeramente diferente debido a las superficies de fotobiorreactor de cada una.

Palabras Clave: agua residual doméstica, ensuciamiento, fototróficos, membrana

Agradecimientos: Este trabajo es parte del proyecto de I+D+i 125404OB-I00 financiado por MCIN/ AEI/10.13039/501100011033/ y “FEDER Una manera de hacer Europa”.

Bibliografía

Segredo-Morales et al. (2024) Chemical Engineering Journal.482, 148799

C39. Uso de solventes orgánicos en la mejora de los productos obtenidos mediante licuefacción hidrotérmica de lodos primarios de EDAR

J. Cheikhwafa, E. Torrens, C. Bengoa *

Universitat Rovira i Virgili, Departament d'Enginyeria Química, Avinguda dels Països Catalans 26, 43007, Tarragona, Spain

** e-mail del autor para la correspondencia: christophe.bengoa@urv.cat*

Resumen

La producción excesiva de lodos en las estaciones depuradoras de aguas residuales, junto con los problemas ambientales causados por su disposición, insta a la implementación de una solución innovadora con menos riesgos y alta eficiencia (Jahromi et al. 2022). La licuefacción hidrotérmica es un proceso conveniente para convertir los lodos primarios en productos valiosos. El proyecto se centró en el efecto de la humedad de la biomasa y en el uso de algunos solventes orgánicos, solos o mezclados con agua, sobre los productos obtenidos. Se evaluaron relaciones sólidos totales (ST):agua de 2:98, 4:96 y 8:92 a 300°C. Los solventes orgánicos evaluados fueron metanol (puro; metanol:agua 1:1 y metanol:agua 2:1), etanol (puro y etanol:agua 1:1), acetato de etilo (puro) y acetona (pura) a 200°C. En ambas partes, el tiempo de reacción fue de 30 minutos. Al aumentar la relación ST:agua, la cantidad de biocrudo aumentó de 1,67 g a 10,12 g con un HHV a los 45 MJ/kg y un contenido de carbono superior al 65%. Mientras que, en presencia de solventes, el rendimiento óptimo de biocrudo se obtuvo con metanol puro (6,69 g, que equivale al 51,37%). Por otro lado, el mejor HHV se obtuvo en el biocrudo de HTL MeOH: agua 2:1 con 49,01 MJ/kg y un contenido de carbono del 64,09%. Sin embargo, el porcentaje de energía recuperada (ER) disminuyó del 65,41% al 34% debido a la presencia del solvente orgánico.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su gratitud por la colaboración de Gestió Ambiental i Abastament S.A. en Reus, España. Asimismo, agradecen el apoyo financiero de la Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca (AGAUR) y del proyecto PECT "Cuidem el que ens uneix/Pobles Vius i Actius/Ebrebioterritori".

Referencias (Times New Roman, 12 pt., negrita)

Jahromi, H. K., Rahman, T., Roy, P., & Adhikari, S. (2022). Hydrotreatment of solvent-extracted biocrude from hydrothermal liquefaction of municipal sewage sludge. *Energy Conversion and Management*, 263, 115719.
<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2022.115719>.

C40. SYMSITES: Simbiosis urbana-industrial para el tratamiento de aguas residuales y residuos orgánicos en la región de Alcoy (España)

J.A. Magdalena¹, R. Tamarit², E. Zuriaga², F. Valero², E. Pérez³, M. Blanes³.

¹ FOVASA, Fomento valencia medioambiente SL. Avenida Alquería de Moret, 5, 46210 Picanya (Valencia), josea.magdalena@grupogimeno.com

² FACSA, Sociedad de fomento agrícola castellonense, S.A., C/ Mayor 82-84, 12001, Castellón, España

³ AITEX, Asociación de investigación de la industria textil. Plaza Emilio Sala, 1, 03801, Alcoy, Spain.

Resumen

La transición de un modelo lineal a un modelo de economía circular es uno de los principales retos a los que se enfrenta en la actualidad la Unión Europea. Un paso necesario para alcanzar una verdadera economía circular es fomentar la simbiosis entre el sector industrial y el ámbito urbano (S-UI). En este contexto, el objetivo principal de SYMSITES es el de implantar una S-UI en cuatro regiones europeas (Ecosites; Dinamarca, Austria, España y Grecia), que difieren en aspectos socioeconómicos y medioambientales. Concretamente, el Ecosite español, localizado en la estación depuradora de aguas residuales de Alcoy, es una planta piloto diseñada y construida para el tratamiento conjunto de residuos orgánicos urbanos y aguas residuales urbanas e industriales de hasta 4 m³/d mediante un biorreactor anaerobio de membrana (AnMBR). Esta planta piloto enmarcada dentro del concepto de biorrefinería tiene como objetivo la producción de diferentes productos de valor añadido. Por un lado, el biogás generado se convertirá en hidrógeno mediante reformado de membranas protónicas (PMR). Por otro lado, el efluente del reactor será sometido a nuevas tecnologías de membranas focalizadas en aminorar el fouling, como sistemas de vibración magnética y membranas corrugadas, que aseguren un efluente de calidad que pueda ser sometido a otros procesos secundarios. En esta línea, se estudiará el uso de columnas de adsorción sobre este efluente para la eliminación de contaminantes emergentes, o el uso de contactores de membrana para la recuperación de amonio. Finalmente, se obtendrá un agua regenerada al que se le analizará el riesgo biológico asociado mediante ensayos de infectividad viral y activación bacteriana. El proyecto SYMSITES contribuye al desarrollo sostenible de la región de Alcoy y a la S-UI en la zona, destacando las tecnologías innovadoras propuestas para maximizar la recuperación de recursos utilizando sistemas AnMBR.

Agradecimientos

El proyecto SYMSITES está financiado por la Unión Europea. Agradecimientos también a la Entidad Pública de Saneamiento de Aguas Residuales de la Comunidad Valenciana (EPSAR) por ceder el espacio de sus instalaciones de la EDAR de Alcoi para realizar el proyecto.

C41. Respirometría y Bioindicación como Herramientas de Gestión en el Contexto de una EDAR Industrial

M. Calzada¹, V. Rojas¹ H. Herrero¹, J. C. Bugallo¹, M. Carreño², M.J. Moya³, D. Prats³, E. Ortiz⁴

¹ *Sacyr Agua, Dirección Técnica, Plantas Industriales. Alicante*

² *Universidad de Alicante, Ingeniería Química. Alicante*

³ *Universidad de Alicante, Instituto del Agua. Alicante*

⁴ *Grupo Alacant, Instalación y Servicios Generales. Alicante*

E-mail del autor para la correspondencia: macalzada@sacyr.com

Resumen

Este estudio surge de la necesidad de dar solución a una problemática en el proceso de depuración MBR de una EDARi. Estos episodios coincidieron en el tiempo con nuevas materias primas incorporadas al proceso de elaboración en fábrica, además de cambios en los protocolos de limpieza asociados a estos procesos, por lo que la presencia de compuestos químicos relacionados podía estar alterando la actividad natural de los microorganismos degradadores. A través de la bioindicación y la respirometría (Surcis S.L., 2022) los resultados de la modelización de la cinética microbiana han permitido establecer los valores de coeficiente de rendimiento de la biomasa más adecuados para las condiciones del proceso en cuanto a eficiencia, así como identificar el grado de tolerancia del sistema frente a los detergentes, en función de la escala de concentraciones de toxicidad e inhibición. Podemos concluir que la biomasa es capaz de utilizar la proteína vegetal como sustrato (Moya-Llamas, 2018) (Moya-Llamas, et al., 2023). En nuestras condiciones, la concentración óptima de trabajo del reactor biológico es de 7,0 g/L y esta proteína no produce daños adversos. La introducción en el sistema de concentraciones inferiores a 10 g/L del detergente no produce inhibición de la actividad microbiana de la biomasa aerobia. Dosis progresivamente superiores a la indicada dan lugar a tasas de inhibición de la actividad degradadora de la biomasa cada vez más elevadas. Este trabajo demuestra y recomienda la utilización de técnicas respirométricas y de bioindicación para una mejor interacción con el proceso, como de herramienta para controlar y optimizar el trabajo en Planta, aportando visibilidad, eficiencia y efectividad en la gestión.

Agradecimientos

Agradecimientos al IUACA de la Universidad de Alicante en cuyos laboratorios se han realizados las experimentaciones respirométricas de esta investigación y a los promotores del Estudio: Sacyr Agua y Grupo Alacant.

Referencias

Moya-Llamas M. J. Tesis: Efecto de la carga orgánica en la eliminación de microcontaminantes, materia orgánica y nutrientes en un sistema uasb-mbr escala piloto para el tratamiento de aguas residuales de tipo urbano [Libro]. - Alicante : Dialnet, 2018.

Moya-Llamas M.J., Pacazocchi M. G. and Trapote A. Respirometric tests in a combined UASB-MBR system treating wastewater containing emerging contaminants at different OLRs and temperatures: Biokinetic analysis. [Journal]// Journal of Environmental Management. - Alicante : ScienceDirect, Novembre 1, 2023. - Vol. 345. - p. 118643.

Surcis S.L. Descripción de la Respirometría para el control y mantenimiento de procesos de depuración biológica [En línea].- Surcis S.L., 2022.- Sept de 2023.- https://www.surcis.com/es/metodolog%C3%ADas-de-respirometr%C3%ADa-bm_12385.pdf.

C42. Incrementar la producción de energía en una planta depuradora de aguas residuales urbanas utilizando un lodo activado de alta velocidad: demostración en planta piloto y balance de energía

J. Carrera¹, O. Carbó¹, S. Doñate², ME. Suárez-Ojeda¹, J. Pérez¹

¹ *Universitat Autònoma de Barcelona, Departamento de Ingeniería Química, Biológica y Ambiental, GENOCOV. Barcelona*

² *Depuración de Aguas del Mediterráneo (DAM). Valencia
Julian.carrera@uab.es*

Resumen

En este estudio se presenta el uso de un reactor de lodos activados de alta velocidad (HRAS) como una alternativa tecnológica para aumentar la producción energética en una EDAR urbana (Carrera et al., 2022). El trabajo experimental consistió en la operación, durante un año, de una planta piloto que trataba el efluente del sedimentador primario de la EDAR urbana de Rubí (Barcelona). La planta piloto operó sin adición de sales de hierro a temperaturas entre 12-28 °C con una carga orgánica de 2.8 ± 0.5 kg DQO $m^{-3} d^{-1}$ y con una concentración de DQO de entrada de 330 ± 86 mg $O_2 L^{-1}$. Se determinó la influencia del tiempo de residencia celular (SRT) en la recuperación de la materia orgánica del agua residual y el potencial de biometano del lodo producido. Los mayores valores de rendimiento biomasa/substrato y potencial de biometano se lograron con un SRT de 0.6 días. El punto débil de la operación del HRAS con un SRT de 0.6 días es la alta pérdida de materia orgánica en el efluente debido a la limitada eficiencia de la separación de sólidos en el sedimentador secundario. Con un SRT más elevado (entre 1.0-2.1 días), se obtuvo una mayor eficiencia del sedimentador secundario y una mayor recuperación de materia orgánica, pero parte del nitrógeno amoniacal de entrada se oxida a nitrato a temperaturas superiores a 20 °C. Un balance energético detallado indicó que, en comparación con la actual EDAR urbana de Rubí (Barcelona), se podría lograr una reducción de dos tercios de los requisitos de aireación y un aumento de un tercio de la producción de biogás con una configuración de la línea de aguas que incluyese un HRAS seguido de un sistema de eliminación biológica de nitrógeno autótrofa (nitrificación parcial + Anammox). Esta novedosa configuración podría llegar a alcanzar una producción neta de energía de 0.1 kWh m^{-3} de agua tratada.

Agradecimientos (Times New Roman, 12 pt., negrita)

Esta investigación fue financiada por la Comisión Europea a través del Programa LIFE: “LIFE SAVING-E: Two-stage autotrophic N-removal for mainstream sewage treatment” (LIFE14/ENV/ES/000633). Los autores quieren agradecer a la Agència Catalana de l’Aigua (ACA) su ayuda en el desarrollo de esta investigación.

Referencias

Carrera, J., Carbó, O., Doñate, S., Suárez-Ojeda, M.E. and Pérez, J. (2022). Increasing the energy production in an urban wastewater treatment plant using a high-rate activated sludge: Pilot plant demonstration and energy balance. *Journal of Cleaner Production*. 354, 131734. doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131734

C43. Microalgas como sistema de tratamiento de lactosuero y producción de biomasa aprovechable

R. Díez-Montero¹, A. Ortiz², A. Letamendi¹, X. Moreno-Ventas¹, C. Rico¹, A. López¹, A.L. Esteban-García¹

¹ *Universidad de Cantabria, Departamento de Ciencias y Técnicas del Agua y del Medio Ambiente, Grupo de Ingeniería Ambiental, Santander.*

² *Universitat Politècnica de Catalunya, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Grupo de Ingeniería y Microbiología del Medio Ambiente, Barcelona.*

E-mail del autor para la correspondencia: ruben.diezmontero@unican.es

Resumen

El lactosuero generado en la producción de queso es un subproducto con elevado valor nutricional. Sin embargo, la creciente producción de queso a nivel mundial requiere una gestión adecuada del lactosuero para evitar los problemas ambientales asociados a su disposición en el medio natural. Los sistemas basados en microalgas son sistemas de tratamiento de efluentes que permiten recuperar recursos a partir de la biomasa producida. El aprovechamiento del lactosuero para sustituir el medio de cultivo sintético en la producción de microalgas puede suponer un abaratamiento de costes y una aplicación de los principios de economía circular. Sin embargo, el contenido de materia orgánica y salinidad del lactosuero lo convierten en un efluente no idóneo para el cultivo de microalgas, por lo que la mayoría de estudios sobre producción de microalgas a partir de lactosuero aplican pretratamientos de elevado coste (Figuroa et al., 2021). En el presente estudio se analizó la viabilidad del tratamiento de lactosuero mediante el cultivo de *Nannochloropsis sp.*, aplicando como único pretratamiento del lactosuero una digestión anaerobia. Los resultados mostraron un crecimiento satisfactorio de las microalgas en un ensayo discontinuo de 5 días de duración, utilizando un medio de cultivo compuesto por agua de mar y un 17,5% de lactosuero. El amonio fue completamente eliminado del medio de cultivo mientras que el fosfato y la DQO se redujeron un 52% y 46%, respectivamente. El crecimiento de las microalgas se comparó con el obtenido en un control utilizando medio de cultivo sintético, y la productividad obtenida con lactosuero resultó aproximadamente el doble que la del control.

Agradecimientos

Este trabajo es parte del proyecto PROALGAE (PID2022-140240OB-C22), financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE.

Referencias

Figuroa, A., Garcia, N., Díaz, O., Cobos, A. and Dias C. (2021) Dairy by-products: a review on the valorization of whey and second cheese whey. *Foods*, 10, 1067. <https://doi.org/10.3390/foods10051067>

C44. Electrosíntesis microbiana para la mejora de biogás. Caso de estudio.

D. Carrillo, A. Mur-Gorgas, T. Joglar, A. Morán, R. Mateos

Universidad de León. Instituto de Investigación e Innovación en Ingeniería (I4). Grupo de Ingeniería Química, Ambiental y Bioprocesos. León

E-mail del autor para la correspondencia: rmatg@unileon.es

Resumen

El tratamiento de los residuos orgánicos, incluyendo los lodos de depuradora lleva asociado un consumo energético significativo, por lo que en los últimos años se están llevando a cabo grandes esfuerzos por minimizarlo. La electrosíntesis microbiana (MES) representa una alternativa reciente para la mejora directa o indirecta de los flujos de biogás en las plantas de tratamiento de residuos. Este estudio trata de evaluar la viabilidad energética de distintos enfoques que incluyen la MES como tecnología de mejora del biogás para obtener biometano de alta calidad en plantas depuradoras. El trabajo cuenta con tres escenarios, siendo el escenario 1 el caso base de plantas de biogás en funcionamiento normal, el escenario 2 instalando un sistema MES alimentado directamente con biogás bruto, y el escenario 3 separando el CO₂ del flujo de biogás por medio convencionales para su posterior transformación en biometano. Tanto el escenario 2 como el 3 mejoran el contenido de metano en el biogás hasta un 95%. Además, la energía útil producida en comparación con el escenario base es un 31,5 - 50,3% y un 35,3 - 55,4% superior para los escenarios 2 y 3 respectivamente. El escenario 3 presenta entre un 31,0 – 36,0% menos de pérdidas energéticas en comparación con el escenario 2. Además, los escenarios propuestos alcanzan valores similares de energía específica total producida por tonelada de CO₂ generada cercanos a los del gas natural fósil. Sin embargo, aún es necesaria más investigación aplicada para garantizar el rendimiento de la MES a escala industrial.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias al apoyo financiero del Proyecto del Ministerio de Ciencia e Innovación PID2020-115948RB-100 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033.

C45. Empleo de humedales artificiales para la valorización de corrientes líquidas residuales

N. Oliver¹, E. Escrig¹, F. Sempere¹, Montoya, T¹

¹ *Global Omnium Medioambiente, S.L., Innovación aguas residuales. Valencia*
E-mail del autor para la correspondencia: nuolira@globalomnium.com

Resumen

El objetivo del trabajo es evaluar el empleo del fango deshidratado procedente de las ETAP como sustrato activo en humedales artificiales destinados al tratamiento de la corriente líquida procedente de la deshidratación de los fangos anaerobios. El efluente tratado, rico en nitratos, puede ser posteriormente valorizado en la propia EDAR para la purificación biológica del biogás (Sempere et al., 2022). La tecnología desarrollada consiste de 3 etapas: la primera con 3 humedales artificiales que operan en modo discontinuo y secuencial; la segunda con 2 humedales que operan en discontinuo y en paralelo, y la tercera etapa con 1 único humedal que opera en modo continuo. Con el fin de demostrar la viabilidad de emplear el fango de ETAP como sustrato intensificador del proceso, se han operado dos líneas de tratamiento en paralelo, una con sustrato convencional y otra con dicho residuo. Los resultados obtenidos muestran una elevada capacidad de nitrificación en la línea que emplea el fango de ETAP, reduciendo, bajo condiciones óptimas de operación, las concentraciones de amonio desde valores medios de 453 mgN-NH₄⁺/l a valores medios en torno a 21 mgN/l. La corriente generada rica en nitratos, con una concentración media de 412 mgN-NO₃⁻/l, permite su valorización como aceptor de electrones en la desulfuración biológica de biogás. Además, este sustrato ha demostrado reducir significativamente el contenido de otros contaminantes presentes en dicha corriente residual, como por ejemplo el PT (99%) y la DQO (89%). Por tanto, la tecnología desarrollada se presenta como una solución sostenible para la valorización de una de las corrientes residuales más problemáticas en las EDAR, permitiendo reducir tanto el consumo energético como el uso de coagulantes para la eliminación del P que supone su retorno sin tratar a cabecera de planta. La solución planteada mejora la calidad de los efluentes tratados a la vez que potencia la relación agua-energía.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer al Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE) y a la Agència Valenciana de la Innovació (AVI), ambos de la Generalitat Valenciana, la co-financiación del proyecto VALDIGEST (Exp. IMIDCA/2022/24), a través del programa *Proyectos de I+D en cooperación*, y del proyecto BIOMETANO (Exp. INNCAD/2022/2), a través del programa *Consolidación de la cadena de valor empresarial*, cofinanciados por la Unión Europea a través de los fondos FEDER.

Referencias

Sempere, F., Sánchez, C., Baeza-Serrano, A. and Montoya, T. (2022). Anoxic desulphurisation of biogas from full-scale anaerobic digesters in suspended biomass

bioreactors valorising previously nitrified digestate centrate. *Journal of Hazardous Materials*. 439: 129641. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.129641>

C46. Aplicación de tecnología de concentración solar tipo Fresnel en la regeneración de agua residual

D. Rodríguez-García¹, J.L. García Sánchez¹, J.L. Guzmán², J.L. Casas López¹, M. Roccamante³, A. Zouhayr³, J.A. Sánchez Pérez¹

¹ *Universidad de Almería, Dpto. Ingeniería Química, CIESOL, Almería, España*

² *Universidad de Almería, Dpto. Informática, CIESOL, Almería, España*

³ *Aqualia Gestión Integral Del Agua SA, Madrid, España*
drg975@ual.es

Resumen

Este trabajo presenta, por primera vez, la integración a escala demostrativa de un colector solar tipo Fresnel (36 m²) en el ámbito de la regeneración de aguas residuales urbanas. Se diseñó e instaló una planta demostrativa en la EDAR de *El Bobar* (Almería, España) para estudiar y evaluar la inactivación de *Escherichia coli* y coliformes totales en flujo continuo. La modelización del proceso se abordó empíricamente, obteniéndose diferentes modelos lineales de primer orden con retardo que se utilizaron para diseñar una estrategia de control PI en cascada. Por último, se evaluó la capacidad de desinfección de la planta a diferentes temperaturas de operación (40, 50, 60 y 70 °C) y dos configuraciones relativas a la implementación de un intercambiador de calor como etapa de recuperación de energía. Considerando el Reglamento UE 2020/741 [1], relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua, se alcanzaron calidades Clase A (10 UFC/100 mL) y D (1000 UFC/100 mL) del agua regenerada cuando se evaluó el diseño mejorado de la planta a 60 °C (150 L/h) y 50 °C (200 L/h), respectivamente.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por los siguientes proyectos: Proyecto INTEGRASOL financiado por MCIN, AEI & "NextGenerationEU"/PRTR (TED2021-130458B-I00), proyecto LIFE ULISES financiado por la UE (nº LIFE18ENV/ES/000165) y proyecto RAYO financiado por PAIDI 2020 (P20_00786). D. Rodríguez-García agradece al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades por su contrato de investigación predoctoral FPU (FPU22/01465).

Referencias

[1] Reglamento (UE) 2020/741 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de mayo de 2020 sobre los requisitos mínimos para la reutilización del agua, Diario Oficial de la Unión Europea L 177/32, 5.6.2020.

C47. Regeneración de agua mediante procesos fotoquímicos: evaluación a escala piloto en reactores solares

M.J. Abeledo-Lameiro¹, K.J. Castañeda-Retavizca¹, I. Berruti¹, S. Nahim-Granados¹, M. I. Polo-López¹, I. Oller¹, S. Malato¹

¹ *Plataforma Solar de Almería-CIEMAT, Ctra Senés km 4,5, 04200 Tabernas, Almería, España*

E-mail del autor para la correspondencia: mabeledo@psa.es

Resumen

Actualmente, el agua regenerada procedente de estaciones depuradoras de agua residual (EDAR) es un reconocido recurso de agua dulce para mitigar los problemas de escasez hídrica, especialmente enfocado a riego en el sector agrícola. Entre las tecnologías innovadoras y sostenibles para la regeneración de agua residual, los procesos fotoquímicos de oxidación basados en el uso de oxidantes como el peróxido de hidrogeno (H₂O₂), persulfato (PDS) y peroximonosulfato (PMS) junto con radiación solar, han mostrado en los últimos años un elevado potencial para su implementación como tratamientos terciarios de desinfección (Beruti *et al.*, 2022). El objetivo de este estudio fue investigar la capacidad de estos procesos solares para la inactivación simultánea de bacterias (*Escherichia coli*) y virus (colifago somático (SOMCPH)) así como la eliminación de genes resistentes a antibióticos (16S rRNA, *intI1*, *sull* y *bla_{TEM}*) presentes en efluentes secundarios de EDAR. Con objeto de favorecer la implementación a escala real, se evaluaron dichos procesos en dos tipos de fotoreactores basados en el uso de espejos para aumentar la captación de fotones solares, un reactor tipo colector parabólico compuesto y un nuevo diseño de menor coste de fabricación con espejo en forma de U. Los resultados obtenidos en ambos fotoreactores fueron similares para todos los procesos, demostrando que el nuevo diseño de fotoreactor es una opción factible y de menor coste para su futura implementación a gran escala. Entre los procesos evaluados, el mejor resultado de desinfección se obtuvo con PMS (1 mM), alcanzando una reducción de 4 y 2 log de *E. coli* y SOMCPH tras 20 y 30 min de tratamiento, respectivamente. Sin embargo, no se observó reducción significativa (< 1 log) en ninguno de los ARG analizados.

Agradecimientos

Ministerio de Ciencia e Innovación Español por la financiación del proyecto NAVIA (PID2019-110441RB-C32).

Referencias

Berruti, I., Nahim-Granados, S., Abeledo-Lameiro, M. J., Oller, I., y Polo-López, M. I. (2022). Recent advances in solar photochemical processes for water and wastewater disinfection. *Chemical Engineering Journal Advances*, 10, 100248. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.100248>

C48. Gestión, tratamiento y revalorización de aguas industriales: Caso de estudio del sector lácteo

T. Fernández-Arévalo¹, B. Elduayen-Echave¹, L. Sancho¹, E. Ayesa¹, E. Aymerich¹

¹ CEIT-Basque Research and Technology Alliance (BRTA). Manuel Lardizabal 15,
20018 San Sebastián, Spain
tfernandez@ceit.es

Resumen

La eficaz utilización de los recursos es uno de los factores clave para la competitividad industrial. Una gestión eficiente del agua y los recursos debe tener en cuenta diferentes aspectos, todos ellos interrelacionados, como son el nexo agua-energía, los costes económicos, el potencial de recuperación de recursos, las posibilidades de reutilización o los impactos ambientales, entre otros. Esto hace que seleccionar la solución óptima para la gestión integral del agua industrial no sea una tarea sencilla e inmediata. Es preciso disponer de metodologías combinadas para optimizar el diseño, la operación y el control automático de los sistemas que componen el ciclo del agua industrial. Primero de todo se necesitan herramientas de **Medición y Tratamiento de la información recogida** sobre la calidad/caudal de agua y consumos. Esta información, una vez tratada, es integrable en **Modelos matemáticos** de procesos industriales y de tratamiento de aguas residuales para la simulación y optimización conjunta de sistemas industriales (análisis de la calidad físico-química, costes operacionales e impactos ambientales). Finalmente, es preciso el análisis **experimental a escala laboratorio, piloto y pre-industrial** de tecnologías individuales y combinadas para la recuperación de compuestos (precipitación, filtración, etc.) para que los modelos desarrollados tengan rigor.

En este trabajo se presenta un caso de estudio analizado en el proyecto europeo Model2Bio (H2020-BBI-JTI-2019. No 887191), donde se evalúan diferentes opciones de revalorización de corrientes líquidas industriales de la industria de la producción de queso. En este escenario, se analiza experimentalmente la tecnología de fermentación /AD a escala laboratorio y tras la calibración se analiza mediante modelado matemático parámetros operacionales de la fermentación/digestión anaerobia como la temperatura (35 y 55 °C) y el pH (5.0, 5.5, 7.0) con el objetivo de maximizar la producción de ácidos grasos volátiles (AGV) y analizar las condiciones para la producción de biogás.

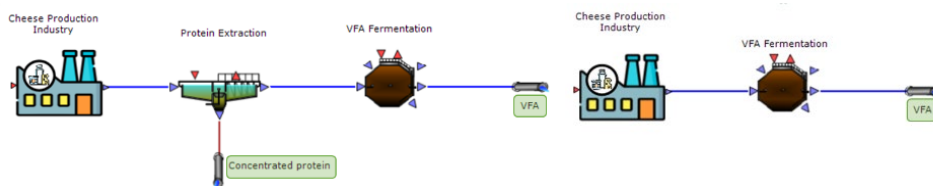


Figura 1. Layout en la plataforma WEST. A) Extracción y fermentación integrada de proteínas/AD para producción de AGV/biogás. B) Fermentación directa/AD para la producción de AGV/ biogás.

C49. Aprovechamiento de recursos locales a partir de orines para la agricultura urbana en edificios: el proyecto BINAFFET

X. Gabarrell Durany^{1,2}, A. Guisasola², J A. Baeza², L. Sánchez¹, J A. Manosalva¹, V. Arcas Pilz¹

¹ Universitat Autònoma de Barcelona, Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals (ICTA-UAB) MdM (CEX2019-000940-M), , Sostenipra SGR 00734. Cerdanyola del Vallès

*² Universitat Autònoma de Barcelona, Departamento de Ingeniería Química, Biológica y Ambiental, Cerdanyola del Vallès
E-mail del autor para la correspondencia: xavier.gabarrell@uab.cat*

Resumen

BINAFFET construye una estrategia para la integración de los flujos entre los edificios y la Agricultura Urbana (AU) como un paso clave y necesario para una transición ecológica en las ciudades. Se ha implementado un sistema de recuperación de nitrógeno procedente de los urinarios de hombres en el edificio del ICTA-UAB. Se va a determinar los rendimientos de los cultivos, así como su calidad y seguridad.

El contenido de nitrógeno en la orina se encuentra mayoritariamente en forma de amoníaco, lo que puede ser perjudicial para el crecimiento de los cultivos y, por tanto tiene que superar un proceso de nitrificación para obtener nitrógeno en forma de nitrato. Esto se realiza mediante un reactor de biopelícula de lecho móvil (MBBR) instalado en el sótano del edificio del ICTA-UAB donde se recoge la orina separada en origen.

A lo largo del proceso se analizarán varios parámetros para asegurar la calidad de la fuente de nitrógeno, probando el agua amarilla antes y después del proceso de nitrificación sobre el contenido de nitrógeno y la presencia de trazas de componentes farmacéuticos, así como la sanidad y calidad de la planta a través de metales y elementos. Análisis de biomasa vegetal y sustrato.

Agradecimientos

BINAFFET TED2021-130047B-C21 ha sido financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ y por la Unión Europea 'NextGenerationEU'/PRTR

Referencias

<https://www.fertilecity.com/en/home-english/>

C50. Post-tratamiento de los efluentes de la EDARs de la industria cárnica: evaluación del riesgo y potencial de reutilización

E. Vega¹, I. de Bona Muñoz¹, M. Gros^{2,3}, A. Sánchez-Melsió^{2,3}, L. Paredes¹

¹ *Centre Tecnològic BETA, Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya, Vic*

² *Institut Català de la Recerca de l'Aigua (ICRA), Girona*

³ *Universitat de Girona (UdG), Girona*

Corresponding author: esther.vega@uvic.cat

Resumen

Dentro del sector agroalimentario, una de las principales industrias más demandantes del recurso hídrico y, por tanto, con el gran reto de reducir el consumo de agua en sus procesos, es la industria cárnica. En los mataderos de ganado porcino y bovino se pueden llegar a consumir entre 550 y 1000 litros de agua por animal sacrificado, respectivamente. A pesar de que la mayor parte de este consumo de agua se emplea en tareas de lavado de canales e higienización de equipos, hay algunas actividades fuera del proceso productivo con un consumo de agua con un alto potencial para ser recuperada y reutilizada dentro de actividades fuera del proceso productivo como limpieza de camiones y corrales. La implementación de tecnologías con garantías tanto sanitaria como medioambientales supondría una reducción del consumo del 12% del agua total consumida en los mataderos.

Así, el principal objetivo del proyecto REAQUA es demostrar la viabilidad de la reutilización de las aguas residuales procedentes de las estaciones depuradoras de aguas residuales de matadero. Este proyecto pretende abordar los retos y las oportunidades de la reutilización del agua en los mataderos mediante la identificación de los factores limitantes que dificultan actualmente la implantación de esta práctica, además de evaluar tecnologías de post-tratamiento innovadoras basadas en sistemas de membranas y procesos de oxidación avanzada con el fin de recuperar agua de alta calidad.

En el proyecto se han evaluado los efluentes de 4 mataderos (3 porcinos y 1 bovino) donde se están llevado a cabo, no solo la determinación de parámetros físicoquímicos y microbiológicos, sino también la presencia de fármacos y genes de resistencia con el fin de demostrar la eficiencia del tren de tratamiento propuesto en este proyecto y demostrar su potencial para la obtención de agua regenerada que cumpla con las garantías de calidad para su reutilización.

Agradecimientos

Esta investigación está siendo realizada en el marco del proyecto REAQUA financiado a través de la Operación 16.01.01 (Cooperación para la Innovación) a través del Programa de Desarrollo Rural de Cataluña 2014-2022.

C51. Análisis de la movilización de contaminación difusa de carreteras en la Plataforma Científica para Ensayos de Escorrentía Urbana del CITEEC-UDC

C.A. Zafra¹, D.S. Hernández¹, J. Suárez², J. Naves², A. Jácome², J. Anta²

¹ *Grupo de Investigación en Ingeniería Ambiental—GIIAUD, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá E-111711, Colombia*

² *Universidade da Coruna, Water and Environmental Engineering Research Team (GEAMA), Center for Technological Innovation in Construction and Civil Engineering (CITEEC), Campus de Elviña, 15071 A Coruña, Spain*
E-mail del autor para la correspondencia: joaquin.suarez@udc.es

Resumen

El lavado de sedimentos por la escorrentía superficial es un problema común en las zonas urbanas y puede tener varios impactos negativos en el medio ambiente, la infraestructura y la calidad de vida de las personas. En este trabajo se analiza el lavado de sedimentos mediante un modelo físico de laboratorio a gran escala, bajo diferentes escenarios de lluvia/escorrentía y altas cargas de sedimentos. La instalación, que considera un generador de lluvia, una superficie de calle impermeable, imbornal y pozo de registro, permite la simulación de los procesos involucrados en el fenómeno de lavado de manera realista y precisa sin las incertidumbres presentes en cuencas urbanas reales. La metodología consideró tres fases: caracterización de la granulometría y contenido en contaminantes de la carga del sedimento que se ha distribuido en la superficie del modelo, ensayos de lavado en el modelo físico utilizando diferentes cargas iniciales de sedimento e intensidades de lluvia de 30 y 50 mm/h, y análisis final de las cargas de sedimentos en los componentes del sistema de drenaje (remanente en la superficie de la calle, depositado en imbornal y lavado por el flujo descargado en el pozo de registro a partir de muestras manuales). Los resultados obtenidos están permitiendo analizar en detalle el comportamiento de las distintas fracciones granulométricas del sedimento en función de la carga inicialmente distribuida en la superficie y la intensidad de lluvia, así como trazar el transporte de metales pesados a través de las distintas partes del modelo. La completa campaña experimental realizada busca por lo tanto incrementar el conocimiento sobre los procesos de lavado de contaminantes en cuencas urbanas, favoreciendo el desarrollo de nuevos modelos que permitan optimizar el diseño y mantenimiento de los sistemas de drenaje urbano.

Agradecimientos

Este trabajo está financiado por la Unión Europea bajo el programa de investigación e innovación Horizonte 2020 (H2020-INFRAIA-2020-1) mediante el acuerdo de subvención número 101008626.

C52. Control y Tratamiento del agua de escorrentía contaminada con estructuras sostenibles: Proyecto WATERUN

S. Gómez-Cuervo¹, P. Villar¹, S. Santorio², L. Rodríguez-Hernández³, A. Goya⁴, J. Suarez⁴, J. Anta⁴, J.A. Álvarez¹, L. Herrero¹

¹ AIMEN Centro Tecnológico, Tecnologías Ambientales, Porriño (Pontevedra)

² CETAQUA GALICIA, A Vila Da Auga, Santiago de Compostela.

³ VIAQUA, A Vila da Auga, Santiago de Compostela.

⁴ Universidade da Coruña, Grupo de Enxeñaría da Auga e Medio Ambiente. GEAMA) A Coruña.

E-mail del autor para la correspondencia: Santiago.cuervo@aimen.es

Resumen

En el Polígono del Tambre y Sionlla, en Santiago de Compostela, se están implementando tres infraestructuras encaminadas a paliar los efectos causados por el agua de escorrentía contaminada. Dentro del proyecto WATERUN (Horizonte Europa nº 101060922) se está trabajando en el control de las aguas de escorrentía en parques industriales generadas por eventos de tormentas media e intensa con el objetivo de evitar problemas causados por altos caudales de escorrentía (inundaciones y agua de arrastres), así como por la contaminación de estas aguas: partículas, metales pesados, aceites, hidrocarburos, microplásticos, etc. Las caracterizaciones iniciales de la cuenca demostraron reseñables concentraciones de material en suspensión (con presencia de microplásticos), compuestos nitrogenados ($N_{total}= 1,5 - 6$ mg/L), aceites (hasta 6,4 mg/L), compuestos azufrados ($SO_4^{2-}= 6,2 - 6,6$ mg/L), metales pesados (Fe, Pb, Al, Mn rango 0,05 - 0,52 ppm) y patógenos (coliformes: 540 - 1914 cfu/100mL). Para reducir esta contaminación se ha diseñado, construido y puesto en funcionamiento tres infraestructuras sostenibles: 1) Un sistema de drenaje sostenible (SuDS) tipo **Biofiltro** con capacidad de tratar el 80% de la media de aguas pluviales caídas en un área de 3400 m²; 2) Otro SuDS tipo **sedimentador-filtro activo** que permita mejorar la salida del agua de un tanque de tormentas; 3) Sistema **humedales de tratamiento** con capacidad de tratar entre más de 7000 m³/año. Los sistemas se optimizan para alcanzar máximos niveles de eficiencia llegando a reducir hasta 70% de partículas en suspensión, microplásticos, compuestos nitrogenados e hidrocarburos y más del 50% de los metales pesados. Estos prototipos permitirán conocer la eficacia de sistemas sostenibles descentralizados para tratar aguas de escorrentía contaminadas.

Agradecimientos

WATERUN (2022-2026) has received funding from the European Union's under Horizon Europe programme under the Grant agreement nº 101060922.



The background of the cover features a photograph of a city street. In the foreground, there is a body of water, likely a river or canal, with a low stone wall and a metal railing. Behind the railing, a paved walkway with several trees and people is visible. The middle ground is dominated by a long, multi-story building with a light-colored facade and many windows. To the right, other buildings of varying heights and styles are visible. The sky is blue with scattered white clouds.

XV CONGRESO ESPAÑOL DE TRATAMIENTO DE AGUAS

COMUNICACIONES ORALES CORTAS

CC1. Valorización de residuos forestales y su aplicación en la eliminación de contaminantes recalcitantes

N. Bernárdez^{1*}, M. Pazos¹, E. Rosales¹, M.A. Sanromán¹

¹ CINTECX, Universidad de Vigo, BIOSUV, Departamento de Ingeniería Química.
Campus As Lagoas-Marcosende, 36310 Vigo, España
[*nuria.bernardez@uvigo.gal](mailto:nuria.bernardez@uvigo.gal)

Resumen

La sobreproducción de residuos forestales, causada por la necesidad de satisfacer una demanda poblacional cada vez mayor, se ha convertido en una preocupación a nivel global. No obstante, tratando de seguir los principios de la Economía Circular, se ha comprobado que estos residuos presentan propiedades interesantes en la aplicación de soluciones medioambientales, ya que su composición polimérica permite la obtención de biocharres e hidrocharres a partir de tratamientos termoquímicos (Acevedo-García et al. 2020). Uno de los principales usos de estos materiales radica en los procesos de adsorción, que se han presentado como una tecnología prometedora en la eliminación de compuestos recalcitantes presentes en efluentes industriales, por tratarse de una técnica económica y sencilla (Escudero-Curiel et al. 2023).

En esta comunicación se propone la producción y el uso de adsorbentes alternativos de bajo coste para la eliminación de contaminantes. De este modo, se ha llevado a cabo una primera etapa de síntesis de biocharres a partir de residuos forestales, así como su posterior caracterización, donde se han analizado sus propiedades físico-químicas y se ha definido el punto de carga cero para conocer la carga superficial de los adsorbentes en función del pH. A continuación, se estudió su capacidad de adsorción para distintos contaminantes modelo, esencialmente fármacos como la fluoxetina o el sulfametizol, realizando su caracterización cinética a través de técnicas cromatográficas y espectrofotométricas. De este modo, se determinó una elevada capacidad de adsorción para los distintos materiales ensayados, especialmente cuando existe una distribución de microespecies positiva en el rango de trabajo de pH, dando lugar a un proceso gobernado principalmente por fenómenos de atracción electrostática y quimiosorción.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido subvencionada a través de los Proyectos PCI2022-132941 y PDC2021-121394-100 financiados por MCIN/AEI/10.13039/201100011033 y European Union Next Generation EU/PRTR. Xunta de Galicia, y el Fondo Europeo de Desarrollo regional (ED431C 2021-43).

Referencias

Acevedo-García, V., Rosales, E., Puga, A., Pazos, M., and Sanromán, M.A. (2020). Synthesis and use of efficient adsorbents under the principles of circular economy: Waste valorisation and electroadvanced oxidation process regeneration. *Separation and Purification Technology*. 242, 116796. DOI: 10.1016/j.seppur.2020.116796.

Escudero-Curiel, S., Pazos, M., and Sanromán, A. (2023). Facile one-step synthesis of a versatile nitrogen-doped hydrochar from olive oil production waste, “alperujo”, for removing pharmaceuticals from wastewater. *Environmental Pollution*. 330, 121751. DOI: 10.1016/j.envpol.2023.121751.

CC2. Efecto de las condiciones operativas sobre el atrapamiento de microplásticos en lodos secundario de EDAR

C. Casella¹, D. Sol¹, A. Laca¹, M. Díaz¹

¹ University of Oviedo, Department of Chemical and Environmental Engineering, C/ Julián Clavería s/n, 33006, Oviedo, Spain.

uo285701@uniovi.es

Resumen

Durante el tratamiento de aguas residuales, habitualmente realizado en plantas depuradoras de aguas residuales urbanas (EDAR), una parte importante de los microplásticos (MPs) que entran al tratamiento (~95%) es retirado con los lodos generados (Casella et al., 2023). Sin embargo, hasta la fecha, hay muy poca información sobre cómo las condiciones operativas afectan la eliminación de MPs por atrapamiento en los lodos. La cantidad de MPs encontradas en los lodos es muy variables, habiéndose publicado concentraciones desde 400 a 170.000 MPs por kg de lodo (peso seco) (Collivignarelli et al., 2021). El objetivo de este estudio fue analizar el efecto de diferentes parámetros físico-químicos (uso de agentes coagulantes/floculantes, concentración de lodos y grado de mezcla) sobre la eficiencia de retención de MPs en lodos secundarios. Los MPs utilizados para los experimentos son MPs reales separados de lodos secundarios suministrados por una EDAR municipal del Principado de Asturias. Después de la purificación, los MPs fueron recuperados y caracterizados, encontrándose que la forma más abundante fueron las fibras (61%), que la mayoría de los MPs estaban dentro del rango de tamaño 250 – 500 μm y los colores más frecuentes eran el negro y el azul, con un 41% y 24 %, respectivamente. Los experimentos de atrapamiento se llevaron a cabo utilizando un equipo Jar-Test y ensayando diferentes condiciones operativas. Sin añadir productos químicos, la máxima eficacia de retención de MPs fue del 63% y se obtuvo con una concentración de 50 g de lodo por L de agua. Cuando se emplearon agentes coagulantes y floculantes, el porcentaje de retención de MPs en los lodos de depuradora aumentó hasta valores del 82% y 70%, respectivamente. Comparando las características de los MPs retenidos en el lodo, no se mostró excesiva diferencia en relación con el tamaño, forma y colores, independientemente de las condiciones utilizadas para el experimento.

Referencias:

- [1] Casella, C., Sol, D., Laca, A., & Díaz, M. (2023). Microplastics in Sewage Sludge: A review. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 1-34. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27151-6>
- [2]. Collivignarelli, M. C., Carnevale Miino, M., Caccamo, F. M., & Milanese, C. (2021). Microplastics in sewage sludge: A known but underrated pathway in wastewater treatment plants. *Sustainability*, 13(22), 12591. <https://doi.org/10.3390/su132212591>

CC3. Inactivación de patógenos mediante electro-Fenton heterogéneo utilizando un *Metal-organic framework* bimetálico

D. Terrón¹, M.A. Sanromán¹, M. Pazos¹

¹CINTECX, Universidade de Vigo, BIOSUV, Departamento de Ingeniería Química, Campus as Lagoas-Marcosende. 36310 Vigo, España.
daniel.terron@uvigo.gal

Resumen

La presencia de patógenos en aguas supone un riesgo para la salud humana, ya que los tratamientos convencionales en las plantas de aguas residuales no son efectivos para la inactivación de estos. Como solución a esta problemática, se presenta en este estudio la inactivación de bacterias Gram negativa (*Pseudomonas aeruginosa*) y Gram positiva (*Lactobacillus crispatus*) mediante un Proceso de Oxidación Avanzada (AOP). Los AOPs suponen una alternativa viable para la inactivación de patógenos frente a métodos convencionales. Cabe destacar entre los AOPs, el proceso electro-Fenton heterogéneo que es capaz de generar radicales hidroxilo *in-situ* operando a pH cercanos a 3, consiguiendo la inactivación de patógenos eficazmente si se utiliza un catalizador adecuado. Recientemente, se demostró la mejora de los catalizadores heterogéneos respecto a los homogéneos, aplicándolos en los AOPs (Giráldez et al., 2023). En esta investigación, para cumplir con el futuro requerimiento europeo sobre tratamiento de aguas, se presenta el estudio de la inactivación de patógenos mediante electro-Fenton heterogéneo, utilizando el novedoso catalizador *Metal-Organic Framework* Zn-MIL53(Fe). Este reduce el pH al rango del proceso de forma espontánea y presenta actividad tanto bactericida como catalítica por su contenido en zinc y hierro, facilitando el proceso de inactivación. Para comprobar su capacidad inactivadora, se recreó un medio de agua residual en los ensayos, utilizando agua sintética (Giráldez et al., 2023); se utilizó un amperaje fijo de 25 mA, entre un electrodo ánodo de lámina de grafito y un cátodo de espuma de níquel, y 4,32 g/L de catalizador, realizándose diferentes controles con una concentración inicial de $1 \cdot 10^8$ unidades formadoras de colonias. El proceso exhibió notable mejoría para inactivar estas bacterias respecto a procesos similares, consiguiendo la inactivación total en 30 minutos. Finalmente, se demostró la estabilidad del catalizador en varios ciclos comprobándose que permanece catalíticamente intacto. Lo anterior demuestra su gran potencial y mejora respecto a otros catalizadores reportados en literatura, presentándolo como opción eficaz y duradera como catalizador en electro-Fenton heterogéneo para la inactivación de patógenos.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero de esta investigación que ha sido financiada por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 Proyecto PID2020-113667GB-I00 y Xunta de Galicia, y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (ED431C 2021-43).

Referencias

Giráldez, A., Fdez-Sanromán, A., Terrón, D., Sanromán M.A., Pazos, M. 2023. Environmental Science and Pollution Research, vol. 1, p. 3, doi: 10.1007/s11356-023-29394-9.

CC4. Biomimética aplicada a la eliminación de microplásticos en aguas residuales

Baeza-Serrano^{*1}, P. Blanco-Gómez², L. Marín³, V. Tena-Gascó⁴, J. Furió⁵

¹Global Omnium Medioambiente S.L., abaeza@globalomnium.com

²Vielca Ingenieros, S.A.

³Instituto Tecnológico Metalmecánico, Mueble, Madera, Embalaje y Afines (AIDIMME)

⁴Universidad Católica de Valencia, Instituto de Investigación en Medio Ambiente y Ciencia Marina

⁵Control de Vertido Industrial

E-mail del autor para la correspondencia: abaeza@globalomnium.com

Resumen

La filtración sólido-líquido es un proceso que se encuentra tanto en los sistemas biológicos como en los industriales. Una gran diversidad de animales acuáticos se alimenta filtrando el plancton y otras partículas del agua, al tiempo que utilizan el agua filtrada para respirar.

Divi, et al. (2018) estudiaron los mecanismos hidrodinámicos que pueden verse involucrados en el proceso de alimentación de la Mantarraya, del que destacaba su alta eficacia en la captura de micropartículas, llegando a atrapar elementos menores al de su tamaño de poro, con un mínimo gasto energético y, lo que resulta más interesante para su aplicación en aguas residuales, sin ensuciamiento u obturación. Su sistema no se parece a los sistemas de filtración descritos anteriormente: utilizan un mecanismo único de separación sólido-líquido en el que la interceptación directa de partículas con estructuras con forma de alas hace que éstas reboten lejos de los poros del filtro. Este mecanismo de filtración separa las partículas más pequeñas que el tamaño de los poros, permite filtrar caudales elevados y es resistente a la obstrucción.

El proyecto REMOURE propone utilizar la biomimética para desarrollar un nuevo sistema de filtración para la eliminación de microplásticos en las aguas residuales, basándose en el sistema filtrador de una especie de mantarraya presente en el Mar Mediterráneo, la *Mobula mobular*.

La investigación comenzó con la búsqueda de antecedentes bibliográficos y caracterización de microplásticos en las aguas residuales. Paralelamente, se creó una red internacional de contactos para identificar animales capturados por by-catch, gracias a la cual se localizó un ejemplar cuyos elementos de filtración fueron estudiados mediante tomografía y reproducidos mediante modelación 3D. Parte de los elementos filtrantes fueron recreados mediante diferentes técnicas de fabricación aditiva. Se creó un modelo hidrodinámico CFD que ha sido validado mediante ensayos con tintas para el análisis de los flujos a través de los elementos de filtración.

Mediante este modelo CFD, se está diseñando y optimizando un elemento de filtración que será ensayado en una planta piloto con agua residual real para evaluar su rendimiento de eliminación de microplásticos.

Con todo ello, el proyecto REMOURE pretende desarrollar y validar una nueva tecnología de bajo coste para la eliminación de microplásticos de las aguas residuales, disminuyendo de este modo el impacto sobre los medios receptores.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a la Agència Valenciana de la Innovació (AVI) de la Generalitat Valenciana la co-financiación del proyecto REMOURE a través del programa Proyectos estratégicos en cooperación, cofinanciado por la Unión Europea a través de los fondos FEDER, con el número de referencia INNEST/2022/107.

Referencias

Divi, R.V., Strother, J.A., Misty Paig-Tran, E.W. (2018). Manta rays feed using ricochet separation, a novel nonclogging filtration mechanism. *Science Advances* 4 (9). <https://doi.org/10.1126/sciadv.aat9533>.

CC5. Eliminación de contaminantes emergentes en depuración de aguas residuales: comparativa sistemas fotosintéticos y fangos activados

F.G. Gonzalo ¹, R. Muñoz ², A. Cabrerizo¹, R. López², F. Hernandez³, I. de Godos ¹

¹ Universidad de Valladolid, Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente, EIFAB, ISP, Soria.

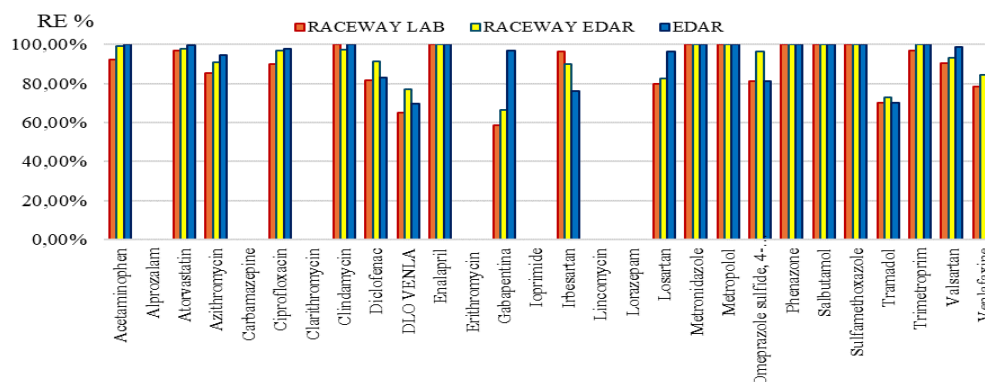
² Universidad de Valladolid, Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente, EII, ISP, Valladolid.

³ Universidad Jaime I, Química Analítica Ambiental y de Salud Pública, IUPA, Castellón.

Autor: felixgaspar.gonzalo@uva.es

Resumen

En este trabajo se ha estudiado la depuración de aguas residuales urbanas y eliminación de contaminantes emergentes en un municipio con una población equivalente de 1.000 h-eq, Se ha ensayado un sistema de microalgas, a escala laboratorio y piloto y se han comparado los resultados con el sistema convencional de fangos activados MBR (*membrana biorreactor*). La escala laboratorio se simuló las condiciones climáticas mediante un sistema de LED con un Arduino regulando la intensidad de luz y la temperatura. El piloto se operó en paralelo el sistema MBR con aireación prolongada, nitrificación-desnitrificación y permeación por membrana. Las condiciones de operación del sistema de algas fueron TRH (tiempo de residencia hidráulico) de 3 días y 1 día para el decantador siguiendo las recomendaciones de estudios previos (Matamoros et al. 2015). Se han estudiado los rendimientos de depuración (DQO, NH₄⁺, PO₄³⁻, SST) y la eliminación de 28 contaminantes emergentes con la misma agua residual urbana en los tres casos. Los rendimientos de eliminación cumplieron la normativa más restrictiva de vertido de aguas residuales urbanas y se consiguieron los niveles de desinfección requeridos para la reutilización de las aguas en agricultura. En la eliminación de contaminantes emergentes se obtuvieron muy buenos rendimientos destacando la eliminación en antibióticos, antimicrobianos y antiinflamatorios no esteroideos fue especialmente alta con eliminaciones superiores al 90 % y eliminaciones totales en el sistema piloto de microalgas. Las eliminaciones en el sistema MBR fueron significativamente más elevadas que los sistemas convencionales de fangos activados. En el caso de los sistemas de microalgas, las eliminaciones fueron notablemente superiores a sistemas de fangos activados convencionales. La elevada exposición solar, tiempos de residencia relativamente largos y las condiciones particulares del cultivo de microalgas, elevado pH y concentración de oxígeno, favorecen la ruptura de moléculas generando un efluente con una baja carga de estos contaminantes.



Referencias

Matamoros, Víctor, Raquel Gutiérrez, Ivet Ferrer, Joan García, and Josep M. Bayona. 2015. "Capability of Microalgae-Based Wastewater Treatment Systems to Remove Emerging Organic Contaminants: A Pilot-Scale Study." *Journal of Hazardous Materials* 288: 34–42. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2015.02.002>.

CC6. Implementación de un Proceso de Oxidación Avanzada para la degradación de Norfloxacin usando ánodos cerámicos de Sb-SnO₂ recubiertos con un material fotocatalítico

M. P. Medina-Casas¹, M. García-Gabaldón¹, J.J. Giner-Sanz¹, S. Mestre², V. Pérez-Herranz¹

¹ *Universitat Politècnica de València, Dpto. de Ingeniería Química y Nuclear, Grupo IEC, ISIRYM. València, España*

² *Instituto Universitario de Tecnología Cerámica, Dpto. de Ingeniería Química. Castelló, España*

E-mail del autor para la correspondencia: mpmedcas@alumni.upv.es

Resumen

Los contaminantes emergentes (CEs) provenientes de la industria farmacéutica representan un problema relevante para el medio ambiente y la salud humana. En ese sentido, entre los Procesos de Oxidación Avanzada (AOP) la Oxidación Anódica (AO) podría considerarse como una tecnología prometedora para la degradación de CEs. El objetivo de este estudio fue evaluar mediante la Oxidación Anódica la degradación del antibiótico Norfloxacin (NOR) mediante el uso ánodos cerámicos recubiertos con una capa fotocatalítica. Para ello, se evaluó la tasa de degradación y de mineralización de NOR mediante el uso de electrodos cerámicos de SnO₂ dopados con Sb y recubiertos con una capa fotoactiva de ferrita de cadmio (Cd-Fe) y ferrita de zinc (Zn-Fe) sintetizados según el procedimiento descrito en un estudio previo (Mora-Gomez et al., 2019). Se analizó la influencia de la aplicación de luz y de la intensidad de corriente sobre la degradación y mineralización del NOR, y sobre la Eficiencia de Corriente de Mineralización (MCE) mediante un análisis de varianza multifactorial (ANOVA). Los resultados revelaron que la tasa de degradación del NOR fue significativamente ($p < 0.05$) más alta con la aplicación luz (67.1% sin luz frente a 79.5% con luz) y con el incremento de la corriente aplicada, mejorando progresivamente del 50.3% (a intensidad de 0.2 A) al 90.1% (a intensidad de 0.8 A). Respecto a la mineralización, la presencia de luz y el aumento de la intensidad mejoraron significativamente la mineralización del Norfloxacin, de 43.1% sin luz a 49.9% con la aplicación de luz y de 26.6% a intensidad de 0.2 A a 64.2% a intensidad de 0.8 A. Adicionalmente, la MCE fue menor con la aplicación de luz independientemente del aumento de la intensidad de corriente aplicada. Los resultados revelaron el potencial de la AO para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas con CEs.

Agradecimientos

M. P. Medina-Casas agradece a la Generalitat Valenciana por su apoyo a través de una beca Santiago Grisolia (CIGRIS/2021/035).

Referencias

Mora-Gomez, J., Ortega, E., Mestre, S., Pérez-Herranz, V., & García-Gabaldón, M. (2019). Electrochemical degradation of norfloxacin using BDD and new Sb-doped SnO₂

ceramic anodes in an electrochemical reactor in the presence and absence of a cation-exchange membrane. *Separation and Purification Technology*, 208, 68–75.
<https://doi.org/10.1016/J.SEPPUR.2018.05.017>

CC7. Inactivación de *E. coli* y resistencias a antibiótico mediante procesos de fotooxidación UVC/cloro y UVC/peróxido de hidrógeno

M. Molina¹, C. Pablos¹, J. Marugán^{1,2}

¹ Universidad Rey Juan Carlos, Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, C/Tulipán s/n, 28933 Móstoles, Madrid, España.

²Instituto de Tecnologías para la Sostenibilidad, Universidad Rey Juan Carlos, C/Tulipán s/n, 28933 Móstoles, Madrid, España.

E-mail del autor para la correspondencia: mariadolores.molina@urjc.es

Resumen

La problemática de la escasez de agua y la creciente dificultad a su acceso conlleva al desarrollo de nuevas tecnologías con el objetivo de depurar y reutilizar el agua. Para ello, en este trabajo se han evaluado la eficacia del proceso de fotólisis de cloro y peróxido de hidrógeno en la inactivación bacteriana. En este sistema se ha optado por lámparas de mercurio UVC monocromáticas emitiendo a 254 nm. Se ha trabajado a 4 intensidades distintas (desde 3 W/m² a 82 W/m²) inoculando *Escherichia coli* y bacterias resistentes al antibiótico vancomicina (ARB-Van) con una concentración inicial de 10⁶ UFC · mL⁻¹, en una matriz de agua destilada estéril al 9% NaCl. Además, las concentraciones de agente oxidante estudiada corresponden a 0,1 ppm y 0,25 ppm de cloro y a 20 ppm y 50 ppm de peróxido de hidrógeno. Se calculó la constante cinética obtenida en los procesos de inactivación de *E. coli*. Como resultado, la constante cinética aumenta de manera lineal a medida que aumenta la irradiancia, lo mismo ocurre en los procesos de oxidación con cloro, y actuando de la misma forma para el proceso combinado de fotooxidación UVC con cloro ($k = 27,24 \text{ min}^{-1}$, 0,25 ppm Cl₂, 34,4 W/m²). Sin embargo, en el caso de ARB-Van, no se observó una mayor velocidad de inactivación con el aumento de la concentración de cloro en los procesos de oxidación en oscuridad ($k = 5,31 \pm 0,05 \text{ min}^{-1}$), lo que muestra la dificultad para degradar este tipo de contaminante cuando se usa únicamente oxidantes químicos. Sin embargo, al combinar radiación UVC y cloro, la inactivación de ARB-Van sí aumenta con la concentración de cloro hasta una reducción de 4 log ($k = 21,99 \text{ min}^{-1}$, 0,25 ppm Cl₂, 34,4 W/m²). Por otra parte, H₂O₂ ha mostrado menor eficiencia como oxidante en oscuridad, además de no observar sinergia entre UVC y H₂O₂.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero del Ministerio de Ciencia e Innovación a través del Proyecto AquaEnAgri (2022/00305/017) y al Programa Marco Horizonte Europa (HORIZN)-HORIZON-CL6-2022-FARM2FORK-01, a través del proyecto AWARE, GA N. 101084245.

CC8. Uso de Fenton-like como proceso de oxidación avanzada adecuado para el tratamiento de aguas de acuaponía: uso de hidroxilamina

P. Martínez-Marco¹, A. Arques¹, L. Santos-Juanes¹, Marco Minella², A. M. Amat¹, I. Sciscenko¹

¹ *Universitat Politècnica de València, Pz. Ferrándiz y Carbonell S/N, Alcoy, Spain.*

² *Università di Torino, Via Pietro Giuria, 5, Torino, Italia.*

pablomartt22@gmail.com

Resumen

Actualmente, pocos tratamientos son eficaces para degradar las sustancias fitotóxicas liberadas por las raíces de las plantas (ej. ácido benzoico -BA) en aguas de acuaponía. Aprovechando la presencia de iones (Cu(II) y Fe(III)) y sustancias complejantes (EDTA) en este tipo de aguas, hemos propuesto el uso de reacciones Fenton-like como un proceso de oxidación avanzada adecuado a esta matriz. Se utilizó hidroxilamina (NH₂OH) 0.25 mM como agente reductor de Cu(II) y Fe(III) 100 µM, respectivamente, para: *i*) generar un Fenton-like *in-situ* a través de la formación de H₂O₂ por la reacción Cu(I)/O₂ (Lee et al., 2016), *ii*) mantener un estado estacionario de Fe(II) para acelerar el proceso Fenton al permitir una vía de reducción de Fe(III) adicional y veloz. Los experimentos consistieron en la degradación de BA 50 µM en distintas condiciones (pH, presencia de sustancias complejantes, y aniones). Los resultados indicaron que el sistema Cu(II)/NH₂OH logra una oxidación de BA del 60% en 1 h a pH 7, mientras que con el Fe(III)/H₂O₂ fue despreciable. Por otro lado, en presencia de EDTA, el complejo resultante con Cu(II) pierde poder catalítico frente a la activación de H₂O₂, así como también demostró ser más difícil de reducir por la NH₂OH, observando inhibición total del proceso oxidativo, sólo compensado por Fe(III) (60% en 4 horas Fe(III)/Cu(II)/EDTA/HA/H₂O₂). Por lo tanto, si bien el Cu(II)/NH₂OH resulta un método útil de producir Fenton-like *in-situ*, es fuertemente inhibido por sustancias complejantes, el Fe(III), que a pH 7 y ausencia de EDTA tiene un efecto catalítico insignificante, compensa dicha inhibición observada en Cu(II)/EDTA/NH₂OH.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los proyectos: AquaEnAgri (PID2021-126400OB-C31). I.S. agradece al proyecto SANITISE (CIAPOS/2021/311) y P.M.M. a INVEST/2022/495.

Referencias

Lee, H. et al., (2016). Activation of Oxygen and Hydrogen Peroxide by Copper(II) Coupled with Hydroxylamine for Oxidation of Organic Contaminants. *Environ. Sci. Technol.* 50, 8231–8238. <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b02067>

CC9. Diseño de una nueva estructura de imidazolato zeolítico como catalizador heterogéneo tipo Fenton para la eliminación de contaminantes orgánicos en aguas

N. Rodríguez-Sánchez^{1,2}, B. Bhattacharya², F. Emmerling², P. Prieto-Laria^{3,4}, A.R. Ruiz-Salvador^{*1,4} M. Ballesteros^{*3,4}

¹ Departamento de Sistemas Físicos, Químicos y Naturales, Universidad Pablo de Olavide, Ctra. Utrera, km. 1, Sevilla, España

² BAM Federal Institute for Materials Research and Testing, Richard-Willstätter-Str, Berlin 11 12489, Alemania

³ Departamento de Biología Molecular e Ingeniería Bioquímica, Universidad Pablo de Olavide, Ctra. Utrera km. 1, Sevilla, España

⁴ Centro de Nanociencia y Tecnologías Sostenibles (CNATS), Universidad Pablo de Olavide, Carretera de Utrera km. 1, Sevilla, España

E-mail del autor para la correspondencia: rruisal@upo.es; mmbalmar@upo.es

Resumen

Las estructuras metal-orgánicas (MOFs) son polímeros de coordinación formados por centros metálicos unidos a ligandos orgánicos. Los MOFs han sido reportados para su uso en numerosas aplicaciones, como catálisis, adsorción de gases y almacenamiento de energía entre otras (John et al., 2022). Sin embargo, recientemente se han convertido en el foco de atención para el estudio de su aplicación en el tratamiento de aguas residuales (Wang et al., 2020). Esto es debido a su elevada superficie específica, estructura espacial ordenada y porosidad fácilmente controlable (Yan et al., 2022). Además, la posibilidad de adición de diversos metales o la formación de diferentes grupos funcionales mediante la introducción de ligandos orgánicos permite la modificación de propiedades fotocatalíticas, mejorando su eficacia en la eliminación de contaminantes orgánicos (Yan et al., 2022). Las estructuras de imidazolato zeolítico (ZIFs) son una subclase de MOFs topológicamente isomórficos a las zeolitas. El ZIF-9 está compuesto por uniones metálicas de Co unidos al ligando benzimidazol (Park et al., 2006). En este trabajo se realizó la modificación de ZIF-9 mediante la incorporación de Cu y el ligando 2-imidazolecarboxaldehído (ica) siguiendo el proceso de síntesis convencional de Park., et al (2006) con pequeñas modificaciones. Las muestras se caracterizaron mediante DRX, FT-IR, SEM-EDX y TGA. A continuación, se evaluó su actividad fotocatalítica en la degradación de un contaminante modelo (azul de metileno) mediante foto-Fenton heterogéneo a pH neutro y temperatura ambiente bajo luz visible y UV. ZIF-9(cu)ica degradó el 94% de azul de metileno en 45 min en comparación con el 54% y el 34% que degradaron el ZIF-9(cu) y ZIF-9 respectivamente en el mismo tiempo y bajo las mismas condiciones. Asimismo, se probó su reproducibilidad y capacidad de reutilización, demostrando que ZIF-9(cu)ica puede ser reutilizado durante varios ciclos sin pérdida notable de eficacia. Estos resultados convierten al ZIF-9(cu)ica en un material prometedor para su aplicación en el tratamiento de aguas.

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación de European Commission (HORIZON.1.2 - Marie Skłodowska-Curie Actions VALZEO Project 101086354).

Referencias

John, J., Ramesh, K., & Velayudhaperumal Chellam, P. (2022). Metal-organic frameworks (MOFs) as a catalyst for advanced oxidation processes—Micropollutant removal. En *Advanced Materials for Sustainable Environmental Remediation* pp. 155-174. DOI:10.1016/B978-0-323-90485-8.00019-9

Park, K. S., Ni, Z., Côté, A. P., Choi, J. Y., Huang, R., Uribe-Romo, F. J., Chae, H. K., O’Keeffe, M., & Yaghi, O. M. (2006). Exceptional chemical and thermal stability of zeolitic imidazolate frameworks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(27). DOI:10.1073/pnas.0602439103

Wang, Q., Gao, Q., Al-Enizi, A. M., Nafady, A., & Ma, S. (2020). Recent advances in MOF-based photocatalysis: Environmental remediation under visible light. *Inorganic Chemistry Frontiers*, 7(2), 300-339. DOI:10.1039/C9QI01120J

Yan, C., Jin, J., Wang, J., Zhang, F., Tian, Y., Liu, C., Zhang, F., Cao, L., Zhou, Y., & Han, Q. (2022). Metal-organic frameworks (MOFs) for the efficient removal of contaminants from water: Underlying mechanisms, recent advances, challenges, and future prospects. *Coordination Chemistry Reviews*, 468, 214595. DOI:10.1016/j.ccr.2022.214595

CC10. Tratamiento electroquímico de aguas depuradas contaminadas con plásticos

A. Pérez, A. Santos, S. Cotillas, C.M. Domínguez

*Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Complutense de Madrid, Avenida Complutens S/N, 28040 Madrid, España
E-mail: alejap19@ucm.es*

Resumen

La contaminación por microplásticos (MPs) plantea un peligro creciente para los ecosistemas acuáticos, y las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDARs) juegan un papel clave en esta situación. A pesar de su importancia en la eliminación de nutrientes y materia orgánica, las EDARs liberan gran cantidad de MPs, a través de los lodos generados, y de nanoplásticos (NPs), en las aguas residuales depuradas [1]. Los sistemas de filtración no son efectivos para retener estas pequeñas partículas, lo que conduce a una liberación descontrolada de NPs al medio ambiente. Esta realidad destaca la urgencia de desarrollar tecnologías sostenibles para minimizar el impacto de los MNPs. Una tecnología limpia y prometedora es la oxidación electroquímica, que emplea la diferencia de potencial entre dos electrodos en el agua, generando especies reactivas que atacan a los contaminantes [2]. El tipo de electrodos y la corriente aplicada afectan a la naturaleza de las especies reactivas generadas. El uso de ánodos de Diamante Dopado con Boro (DDB) ha mostrado buenos resultados en la producción de radicales hidroxilo y otras especies oxidantes potentes. Este trabajo se ha centrado en la degradación de NPs (poliestireno) de aguas residuales depuradas mediante oxidación electroquímica con un ánodo de DDB. Se ha determinado el comportamiento general de la tecnología en la eliminación de NPs (20 mg/L) y la influencia de la densidad de corriente. Los resultados indican que es posible eliminar los NPs empleando densidades de corriente moderadas. La morfología de los NPs cambia durante el proceso debido a la acción de los oxidantes generados, hasta su mineralización, lo que sugiere que el mecanismo predominante en la electrólisis mediada.

Agradecimientos

Esta investigación es parte del proyecto de I+D+i / TED2021-131380A-C22 y de la Ayuda CNS2023-144029, financiados por MICIU/AEI/10.13039/501100011033/ y por la “Unión Europea NextGenerationEU/PRTR”.

Referencias

- [1] Wu, X., et al. *Water Research*, 2022. 221, 118825. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.118825>
- [2] Cotillas, S., et al., *Journal of Hazardous Materials*, 2016. 319, 93-101. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2016.01.050>

CC11. Degradación fotocatalítica de isotiazolinonas en matrices acuosas: Influencia de la fase cristalina de TiO₂ en la activación de persulfato

P. Gómez-Rodríguez¹, R. van Grieken^{1,2}, M. J. López-Muñoz^{1,2}

¹ *Departamento de Tecnología Química y Ambiental, Universidad Rey Juan Carlos*

² *Instituto de Tecnologías para la Sostenibilidad. Universidad Rey Juan Carlos*

C/ Tulipán s/n, 28933, Móstoles, España

mariajose.lopez@urjc.es

Resumen

Los conservantes metilisotiazolinona (MIT) y clorometilisotiazolinona (CMIT) se incluyen habitualmente en la formulación de productos cosméticos y de limpieza industrial y doméstica debido a su alta actividad biocida. Se ha detectado su presencia en aguas tratadas y naturales, lo que es preocupante por su efecto tóxico sobre los organismos acuáticos. En el presente trabajo se ha estudiado la degradación simultánea de una mezcla de MIT y CMIT en agua ultrapura y en agua del efluente secundario de una planta de tratamiento de aguas residuales (SW), mediante: i) fotocatalisis heterogénea con dióxido de titanio (TiO₂); ii) persulfato (PS) y iii) sistemas híbridos TiO₂/PS. En todos los casos se irradió con luz UVA. Las muestras de TiO₂ (fases brookita y anatasa) se sintetizaron mediante un método hidrotérmico y se caracterizaron mediante DRX, SEM, isoterma de adsorción-desorción de N₂ y UV-DRS. En agua ultrapura, la cinética de degradación de MIT y CMIT en los sistemas individuales con TiO₂ y PS mostró que los radicales HO[•] tienen una reactividad similar con ambas isotiazolinonas, frente a la naturaleza selectiva de los radicales SO₄^{•-}, que reaccionan preferentemente con MIT. El sistema híbrido PS/brookita mostró la mayor actividad y efecto sinérgico, alcanzándose la completa degradación de ambas isotiazolinonas en el menor tiempo de irradiación, lo que sugiere una mayor efectividad de la fase brookita en comparación con anatasa para la activación de PS bajo radiación UVA mediante transferencia electrónica. En la matriz acuosa SW, el efecto inhibitorio de sus constituyentes dio lugar a una disminución significativa en la cinética de degradación fotocatalítica de MIT y CMIT con TiO₂, y, especialmente notable, en la reacción con PS. Se comprobó que este efecto negativo puede superarse con los sistemas híbridos, principalmente PS/brookita, alcanzándose la completa degradación de ambas isotiazolinonas, y una disminución efectiva del valor de COT en el agua tratada.

Agradecimientos

Los autores agradecen el financiamiento de la AEI y el Ministerio de Ciencia e Innovación, proyecto AquaEnAgri (PID2021-126400OB-C32), y el programa Horizon 2020 de la UE (Skłodowska-Curie 101007578, SusWater).

CC12. Biodegradación de compuestos persistentes vía reducción anaeróbica sobre membranas de óxido de grafeno soportadas sobre elementos de filtración cerámicos tubulares

D. Guevara¹, J. Font¹, F. Stüber¹

¹ Universitat Rovira i Virgili, Departament d'Enginyeria, PISET. Tarragona
E-mail del autor para la correspondencia: daniela.guevara@urv.cat

Resumen

Este estudio aborda el problema de la creciente demanda de agua a través de un tratamiento eficiente de aguas residuales mediante una tecnología integrada que emplea membranas tubulares recubiertas con óxido de grafeno para la reducción anaeróbica de compuestos persistentes como colorantes azoicos, clorofenoles y nitratos, intentando optimizar la relación entre el coste y la eficiencia de eliminación, buscando obtener efluentes libres de contaminantes y microorganismos.

Se parte de una membrana cerámica tubular de ultrafiltración (MWCO: 50 kg · mol⁻¹, φ: 3 mm y L: 250 mm, TAMI Industries, Francia) como base para depositar una capa porosa de óxido de grafeno (OG) mediante filtración asistida por vacío de una solución homogénea de OG (1 mg · mL⁻¹). La síntesis del OG se realiza a partir de polvo de grafito prístino mediante un método *Hummer* modificado.

Se ha ensayado sobre una solución sintética con colorantes azoicos o compuestos clorofenólicos como alimentación. El ajuste de la presión con nitrógeno en el tanque de alimentación permite controlar el flujo y mantener condiciones anaeróbicas. La inoculación de lodo anaerobio en la superficie de la membrana genera el crecimiento de cepas microbianas capaces de biodegradar compuestos persistentes.

La membrana colocada en un módulo de filtración MEMBRALOX[®], actúa como biorreactor compacto con un flujo constante de 0.2 L · m⁻² · L⁻¹. La temperatura se controla con un refrigerador (1 °C para la alimentación) y una incubadora (37 °C para el biorreactor) (Amin et al., 2021, 2022). La decoloración del colorante azoico o la cuantificación de la eliminación del clorofenol durante la biorreducción anaerobia se realiza con un espectrofotómetro o método HPLC, respectivamente.

Tras 20 días, la decoloración anaerobia alcanza porcentajes de 95.4% para *Acid Orange 7* (50 mg · L⁻¹), 90.2% para *Reactive Black 5* (50 mg · L⁻¹) y 99.5/98.3% para 2-Clorofenol a concentraciones de 5/15 mg · L⁻¹, respectivamente.

Agradecimientos

Este proyecto es posible gracias al proyecto PID2021-126895OBI00 financiada por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por “ERDF A way of making Europe”. Los autores también agradecen a la Universitat Rovira i Virgili por proporcionar la beca Martí i Franquès (2021PMF-PIPF-22).

Referencias

- Amin, M.S.A., Stüber, F., Giralt, J., Fortuny, A., Fabregat, A., & Font, J. (2021). *Water*, 13(8), 1060. <https://doi.org/10.3390/w13081060>
- Amin, M.S.A., Stüber, F., Giralt, J., Fortuny, A., Fabregat, A., & Font, J. (2022). *Membranes*, 12(2), 174. <https://doi.org/10.3390/membranes12020174>

CC13. Biorrefinería Porcina: Avances en la Gestión Sostenible de Purines

A. Prado¹, A. Serra-Toro², M. Ventura¹, Y. Segura¹, I. Pariente¹, J.A. Melero¹, F. Martínez¹, S. Astals², F. Mas³, J. Dosta², D. Puyol¹

¹Universidad Rey Juan Carlos, Departamento de Tec. Quím. y Ambiental, Móstoles.

²Universidad de Barcelona, Departamento de Ing. Química y Química Analítica, Barcelona.

³Universidad de Barcelona, Dep.o de Ciencia de Materiales y Química Física, Barcelona.

E-mail del autor para la correspondencia: amanda.prado@urjc.es

Resumen

Los purines de cerdo son una preocupación ambiental. La Comisión Europea aborda la contaminación causada por el exceso de nitrógeno mediante la Directiva de Nitratos 91/676/EEC. En España, las granjas generan 70 Mm³/año de purines, careciendo de gestión adecuada (Djekic et al., 2015). La digestión anaerobia (DA) se ha implementado como tratamiento eficaz para la eliminación de materia orgánica y producción de biogás, aunque presenta limitaciones como tasas de hidrólisis lentas e inhibición por nitrógeno amoniacal (N-NH₃) (Yenigün, O. et al., 2013).

Con el objetivo de incorporar el paradigma de la economía circular a la ganadería porcina, se ha desarrollado el concepto de biorrefinería. En este estudio se ha implementado un novedoso tratamiento en etapas secuenciales. Primero, se utiliza un sistema de membrana permeable a gases (GPM) (Serra-Toro et al., 2022) para recuperar N-NH₃ de la fracción líquida de purines (1,1 gN L⁻¹, pH ajustado a 9) utilizando una disolución atrapadora ácida (HCl pH 1). La eficiencia de recuperación es superior al 95% en menos de 3h. Posteriormente, se llevó a cabo una DA para evaluar la producción de biogás mediante pruebas de Potencial Bioquímico de Metano (BMP). Se observó que, al minimizar la concentración de amonio, la producción de biometano incrementó 5,6 veces, alcanzando valores máximos de 340 LCH₄ kgVS⁻¹. El N-NH₃ recuperado es utilizado en un proceso fotobioelectroquímico para crecer en condiciones de fotoautotrofia bacterias fototróficas púrpura (PPBs) que fijan el CO₂ del biogás, consiguiendo un enriquecimiento en biometano. Además, las PPB tienen un alto contenido proteico, haciéndolas atractivas para para la industria alimentaria. Estos avances son clave para la sostenibilidad en la gestión de residuos porcinos.

Agradecimientos

Los autores agradecen al MINECO de España el apoyo financiero proporcionado a través del proyecto VALPIG4FOOD (TED2021-129595B-100).

Referencias

- Djekic, I., Radović, Č., Lukić, M., Lilić, S., & Stanišić, N. (2015). *MESO*, 17(5), 469-476.
- Yenigün, O., & Demirel, B. (2013). *Process Biochemistry*, 48(5-6), 901-911.
- Serra-Toro, A., Vinardell, S., ... & Dosta, J. (2022). *Bioresource Technology*, 356, 127273.

CC14. Exploración de sinergias entre sistemas de agua urbana y comunidades energéticas renovables locales: el caso de Arteixo (A Coruña)

J.M. Álvarez-Campana^{1,2}, J. Fariñas²

¹ *Universidade de A Coruña, Ingeniería Civil, GEAMA. A Coruña*

² *Servizos Urbanos Municipais de Arteixo, SUMARTE. Arteixo (A Coruña)*
E-mail del autor para la correspondencia: j.alvarez-campana@udc.es

Resumen

La relación agua-energía, tanto cualitativa como cuantitativamente, puede verse como un indicador de la sostenibilidad y resiliencia de los sistemas de agua urbana. En Arteixo (A Coruña), la entidad gestora del agua urbana es la empresa pública SUMARTE; que está implementando el programa Arteixo/Sumagua_2025 para mejorar la eficiencia, digitalización y sostenibilidad de sus sistemas de agua urbana.

Asimismo, en la Directiva Marco del Agua (2000) se afirma que “es necesaria una mayor integración de la protección y la gestión sostenible del agua en otros ámbitos políticos comunitarios, tales como las políticas en materia de energía”. Por otra parte, la Directiva 2018/2001, sobre fomento del uso de energía renovable, establece como mandato el proporcionar un marco que permita fomentar y facilitar el desarrollo de las comunidades de energías renovables. En la Directiva 2019/944 se recoge la figura de Comunidad Ciudadana de Energía, definiéndola como “una entidad jurídica (...) cuyo objetivo principal consiste en ofrecer beneficios medioambientales, económicos o sociales a sus miembros o socios o a la localidad en la que desarrolla su actividad (...)”

En este marco, con la participación del ayuntamiento de Arteixo y SUMARTE, la Comunidad Enerxética Cidadá de Arteixo (CoECA), tiene proyectada una central fotovoltaica de 1,6 MW, para atender el consumo de cerca de 1.000 usuarios.

La interrelación entre estas actuaciones permitirá amplificar los beneficios medioambientales (reducción de huella de carbono, proximidad producción-consumo, optimización de consumos en agua urbana...), económicos (economía de escala, reducción de costes de operación y de facturas de energía eléctrica...) y sociales (mayor equidad, apoyo a colectivos vulnerables y lucha contra la pobreza energética...).

Así, la comunicación que se presenta explora detalladamente (en la dimensión medioambiental, económica y social), desde la perspectiva y competencias de un mismo operador público (SUMARTE), las potenciales sinergias entre sistemas de agua urbana (abastecimiento y saneamiento) de Arteixo, y la nueva comunidad energética renovable local (CoECA).

CC15. Recuperación de fósforo de aguas residuales mediante un fermentador de lodos *side-stream*

J. A. Baeza, C. Zhang, M. Cheng, L. Yan, À. Gaona, A. Guisasola

GENOCOV, Departament d'Enginyeria Química, Biològica i Ambiental, Universitat Autònoma de Barcelona

Juanantonio.baeza@uab.cat

Resumen

Las EDARs son adecuadas para implementar la recuperación de P, ya que el P contenido en el agua residual cubriría el 15-20 % de la demanda mundial, además de reducir el riesgo de eutrofización y mitigar los riesgos de escasez de P en la agricultura (el P recuperado podría usarse como fertilizante). El P que entra en las EDARs puede tener tres destinos diferentes 1) el efluente de la planta (cuando la eliminación completa del P no es obligatoria), 2) lodos secundarios con P obtenidos por precipitación química con sales de Fe o Al (este P actualmente no se reutiliza) o 3) lodos secundarios con alto contenido de P obtenidos integrando eliminación biológica de fósforo (EBPR) en la planta. La configuración típica de una EDAR que integra EBPR es la anaeróbica/anóxica/aeróbica (A₂O)

La implementación de un fermentador de lodos *side-stream* (SSSF) se ha identificado como una posible solución para mejorar el rendimiento de EDARs A₂O. En los últimos años, GENOCOV ha evaluado sistemáticamente los efectos de incorporar un SSSF en una configuración A₂O para la eliminación de P/N/DQO bajo diferentes afluentes. La presentación describirá los resultados de más de dos años de operación de una planta piloto A₂O (150 L) con y sin SSSF bajo diferentes condiciones de operación (agua sintética y real) haciendo hincapié tanto en las ventajas e inconvenientes de la nueva configuración y dando una visión global de sus posibilidades

A modo de resumen, el rendimiento con SSSF recibiendo el 6 % de la recirculación externa mejoró la eliminación de P (26.6%) y la desnitrificación (11%) sin comprometer la eliminación total de amonio y DQO. Además, se demostró que la EBPR podría mantenerse con una baja relación DQO/P del afluente de sólo 26.3, mientras que se observó un deterioro en una planta sin SSSF con una relación de alrededor de 32.6. Además, la adición del reactor SSSF redujo la producción de lodos para su posterior tratamiento, proporcionó una eliminación de P alrededor del 98 % y produjo una corriente de altas concentraciones de P (196.5 ± 10.9 mg/L) con hasta un 40 % del P total de entrada. La parte negativa es que, si no se recupera el P, la carga de P de la planta aumentaría en exceso. Los índices de metano y de recuperación de energía fueron alrededor de un 45% inferiores a los del A₂O. El análisis de secuenciación reveló una alta abundancia de PAO y una menor relación GAO/PAO en el sistema con SSSF de acuerdo con su mayor eliminación de P.

CC16. Síntesis y evaluación de nanopartículas de PHBV, obtenido a partir de suero lácteo, como vehículo para la liberación controlada de fármacos

L. Cabarcos¹, N. Otero¹, S. M. Díaz², C. Kennes¹, M. C. Veiga¹

¹ Universidade da Coruña, Departamento de Ingeniería Química, BIOENGIN. A Coruña.

² Instituto de Investigación Biomédica de A Coruña, Complejo Hospitalario Universitario A Coruña, Grupo de Investigación en TCMR. A Coruña
l.cabarcos@udc.es ; veiga@udc.es

Resumen

Los polihidroxicanoatos (PHA) son un biopolímero producido por diferentes microorganismos. El proceso de producción se basa en el uso de un cultivo microbiano mixto que utiliza residuos o subproductos industriales como sustrato, como el suero de leche (Lagoa et al., 2020). Así se logra la producción de un material de alta calidad utilizando desechos altamente contaminantes a un costo reducido.

En la actualidad, se investiga el uso de biopolímeros como portadores de fármacos debido a sus propiedades excepcionales de biodegradabilidad, biocompatibilidad y no toxicidad. Algunas proteínas, como el factor TGF- β 3, son esenciales en los procesos de diferenciación celular, pero tienen una vida corta, lo que requiere su adición periódica para mantener su efectividad. Por esta razón, la nanoencapsulación de esta proteína es de gran interés ya que así se evita su degradación.

En este estudio se describe el proceso de producción y purificación de PHA, junto con la preparación de nanopartículas que contienen el factor TGF- β 3. Se utilizó un cultivo microbiano mixto y suero como sustrato para obtener PHA, seguido de una purificación del biopolímero, previa a la formación de las nanopartículas. Se verificó la ausencia de endotoxinas y se procedió a la formación de nanopartículas de PHBV con un 12% de contenido de HV para su aplicación como vehículo de liberación del factor TGF- β 3.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO) a través de los fondos europeos FEDER, número de subvención PID2020-117805RB-I00, y por la Xunta de Galicia a través de los Grupos de Investigación de Referencia Competitiva, número de subvención ED431C 2021/55.

Referencias

Lagoa, B., Kennes, C., Veiga, M.C. (2020) Cheese whey fermentation into volatile fatty acids in an anaerobic sequencing batch reactor. *Bioresource Technology*. 308, 123226. doi: 10.1016/j.biortech.2020.123226.

CC17. SEMPRE-BIO: Impulsando la producción rentable de Biometano

A. Córdova¹, N. Rey¹, D. Checa¹, C.M. Castro-Barros¹, M. Poch², M. Ruiz²

¹*Cetaqua, Centro Tecnológico del Agua, Carretera d'Esplugues 75, 08940 Cornellà de Llobregat, Barcelona, España.*

²*Aigües de Barcelona, Empresa Metropolitana de Gestió del Cicle Integral de l'Aigua, S.A., Carrer General Batet 1-7, 08028, Barcelona, España.*

Resumen

La Unión Europea a través del Pacto Verde Europeo se ha comprometido a alcanzar la neutralidad climática para 2050 por lo que se necesita reemplazar combustibles fósiles por energías renovables. En este sentido, el programa RepowerEU ha incrementado el objetivo de producción de biometano en la UE de 17 a 35 bcm para el año 2030.

Una tecnología con alto potencial de descarbonización es la metanación biológica de CO₂ para producción de biometano, no sólo como tecnología de upgrading, sino también como vector de almacenamiento energético. En el proyecto SEMPRE-BIO, Cetaqua está desarrollando un proceso de metanación biológica ex-situ para obtener biometano a partir de biogás utilizando H₂ verde derivado de la energía renovable.

El punto de partida será un biogás obtenido de la digestión anaerobia de lodos de la EDAR del Prat de Llobregat (España), operada por Aigües de Barcelona, resultando en biometano que será utilizado para el transporte público de Barcelona.

Además del caso de España, el proyecto también se implementa en otros dos European Biomethane Innovation Ecosystems. En Bourges (Francia), se producirá biometano a partir de residuos verdes urbanos no digeribles para su inyección en la red, utilizando tecnologías de pirólisis y metanación de CO. En Adinkerke (Bélgica), se producirá biometano a partir de residuos ganaderos y se utilizará la tecnología de cryoseparación para obtener biometano líquido y CO₂ líquido. Además, se estudiarán diversas formas de valorizar el CO₂.

Con el proyecto, se buscará conseguir los objetivos con mayor prioridad en el mercado europeo del biometano: aumentar la rentabilidad de la conversión en la producción de biometano, diversificar las tecnologías de conversión, contribuir a la aceptación de las tecnologías de Biometano en el mercado de gas y contribuir a la demostración a escala semi industrial de nuevas tecnologías de conversión.

Agradecimientos

El proyecto, es liderado por Cetaqua, siendo financiado por la Unión Europea (HORIZON-CL5-2021-D3-03-16 – 101084297 – SEMPRE-BIO).

CC18. Biosorción de Ag(I) y síntesis de nanopartículas por *Staphylococcus epidermidis* CECT 4183

F. Espínola^{1,2}, A. J. Muñoz¹, M. Moya^{1,2}, C. Martín¹, E. Ruiz^{1,2}

¹ Department of Chemical, Environmental and Materials Engineering, Universidad de Jaén, Campus Las Lagunillas, 23071 Jaén, Spain.

² Centre for Advanced Studies in Earth Sciences, Energy and Environment (CEACTEMA), Universidad de Jaén, Campus Las Lagunillas, 23071 Jaén, Spain.

E-mail del autor para la correspondencia: fespino@ujaen.es

Resumen

El uso de nanopartículas de plata (Ag-NPs) por la industria ha propiciado recientemente una mayor toxicidad de la plata en los ecosistemas (Pereira et al., 2023). Y la biosorción de iones metálicos utilizando microorganismos tiene una gran notoriedad dada su alta efectividad a concentraciones bajas y su carácter ecológico. Partiendo de estas bases, se ha estudiado la capacidad de la bacteria *Staphylococcus epidermidis* CECT 4183 como biosorbente de iones Ag(I), incluyendo los mecanismos implicados. Al mismo tiempo, se ha utilizado el extracto de esta bacteria para sintetizar Ag-NPs con la intención de estudiar su potencial como agente biocida frente a microorganismos patógenos. Las condiciones óptimas de operación fueron: pH 4,5 y 0,8 g/L de concentración de biomasa, obteniéndose una capacidad máxima de biosorción en el equilibrio (q_m) de 47,43 mg/g según el modelo de Langmuir. No obstante, el modelo que mejor ajusta los datos experimentales fue el de Sips (Sips, 1948). En cuanto a las Ag-NPs recuperadas, mostraron tamaños inferiores a 15 nm y un alto potencial como agente biocida frente a diferentes cepas microbianas.

Agradecimientos

Ministerio de Ciencia e Innovación. Proyecto: “Eliminación de metales pesados y obtención de nanopartículas” (TED2021-129552B-I00). Centro de Instrumentación Científico-Técnica de la Universidad de Jaén.

Referencias

Pereira, S.P.P., Boyle, D., Nogueira, A.J.A. and Handy, R.D. (2023). Comparison of toxicity of silver nanomaterials and silver nitrate on developing zebrafish embryos: Bioavailability, osmoregulatory and oxidative stress. *Chemosphere*. 336, 139236. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.139236>.

Sips, R. (1948) Combined form of Langmuir and Freundlich equations. *J. Chem. Phys.* 16, 490-549.

CC19. Producción de ácidos grasos volátiles mediante digestión anaerobia empleando bagazo cervecero como sustrato

L. Ferreiro, C. Kennes, M.C. Veiga

*Laboratorio de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias y Centro Interdisciplinar de Química y Biología – Centro Interdisciplinar de Química y Biología (CICA),
Universidad de A Coruña. Rúa da Fraga, 10, 15008, A Coruña, España.
laura.ferreiro.santos@udc.es*

Resumen

Este trabajo estudia la producción de ácidos grasos volátiles (AGV) a través de la digestión anaerobia del bagazo cervecero (BSG). En la primera parte del experimento se estudió la eficacia de un pretratamiento de hidrólisis ácida (3% H₂SO₄, 121°C, 20 min) para aumentar la biodegradabilidad del BSG. La segunda parte, consistió en el uso de dos sustratos diferentes, el bagazo cervecero crudo y el producto del pretratamiento de hidrólisis ácida (PR-BSG) para la producción de AGV. Se observó una mayor conversión a AGV utilizando el PR-BSG como sustrato en un reactor continuo a escala de laboratorio. Posteriormente, se estudió el efecto de diferentes tiempos de retención hidráulica (TRH) (15 a 2 días), la influencia del tiempos de retención de sólidos (TRS) y las variaciones en la velocidad de carga orgánica (VCO) (1,2 a 9,5 g DQO/L·d). El grado máximo de acidificación obtenido fue del 73% a 37°C, con una TRH de 15 días y un pH de 5-5,10.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO) a través de los fondos europeos FEDER, número de subvención PID2020-117805RB-I00, y por la Xunta de Galicia a través de los Grupos de Investigación de Referencia Competitiva, número de subvención ED431C 2021/55.

Referencias

- R. Iglesias-Iglesias, M.M. del Coro Fernandez-Feal, C. Kennes, M.C. Veiga. (2020), Valorization of agro-industrial wastes to produce volatile fatty acids: combined effect of substrate/inoculum ratio and initial alkalinity, *Environmental Technology*, 42:25, 3889-3899.
- R. Liguori, C.R. Soccol, L.P.D.S Vandenberghe, A.L. Woiciechowski, V. Faraco. (2015), Second Generation Ethanol Production from Brewers' Spent Grain. *Energies*, 8, 2575–2586.
- S. Sobek, K. Zeng, S. Werle, R. Junga, M. Sajdak. (2022), Brewer's spent grain pyrolysis kinetics and evolved gas analysis for the sustainable phenolic compounds and fatty acids recovery potential, *Renewable Energy*, 199, 157-168.

CC20. Exploring the potential of cyanobacterial microbiomes for sustainable bioproducts

E. Gonzalez-Flo^{1, *}, B. Altamira-Algarra¹, A. Lage¹, M. Bellver¹, J. García¹

¹ *Universitat Politècnica de Catalunya-BarcelonaTech. Department of Civil and Environmental Engineering. GEMMA-Group of Environmental Engineering and Microbiology. Barcelona*
E-mail del autor para la correspondencia: eva.gonzalez.flo@upc.edu

Abstract

Cyanobacteria, masters of carbon dioxide (CO₂) capture via photosynthesis, hold immense potential in combating climate change and generating valuable bio-based products. While existing literature underscores the potential of cyanobacteria, particularly when cultivated in wastewater, for both environmental treatment and bioproduct generation (Meixner et al., 2017), the practical realization of large-scale applications remains limited. Departing from traditional approaches, our research focuses on harnessing cyanobacterial microbiomes instead of specific strains. Leveraging their adaptability and metabolic diversity, we aim to foster sustainable bio-based production by exploiting wastewater as a nutrient resource and addressing the challenge of long-term cyanobacterial culture maintenance in pilot-scale photobioreactors (Khetkorn et al., 2016). Our methodology involves obtaining microbiome cultures from environmental samples and enriching them with cyanobacteria under low phosphorus conditions. Ecological stresses are applied to select cyanobacteria populations for bioplastic and pigment production optimization. Our innovative bioplastic perpetual production strategy alternates between cell growth and biopolymer accumulation phases, favouring bioplastic (PHA) accumulation in cyanobacteria-rich microbiomes. Additionally, we explore the impact of light quality on pigment levels, with green light notably enhancing phycobiliprotein content, albeit with a negative effect on biomass growth. A pilot-scale photobioreactor operation enables stable and continuous bioplastic and pigment production for more than 100 days. This research signifies a novel approach towards maximizing the potential of cyanobacteria microbiomes for sustainable bio-based product generation on a large scale.

Acknowledgements

This research was supported by the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 101000733 (project PROMICON).

References

- Meixner K, Kovalcik A, Sykacek E, et al. Cyanobacteria Biorefinery - Production of poly(3-hydroxybutyrate) with *Synechocystis salina* and utilisation of residual biomass. *J Biotechnol.* 2018;265:46-53. doi:10.1016/J.JBIOTEC.2017.10.020
- Khetkorn, W., Incharoensakdi, A., Lindblad, P. & Jantaro, S. Enhancement of poly-3-hydroxybutyrate production in *Synechocystis* sp. PCC 6803 by overexpression of its native biosynthetic genes. *Bioresour. Technol.* 214, 761–768 (2016).

CC21. Hacia una economía circular: Producción de hidrógeno a partir de residuos orgánicos mediante fermentación oscura

N. Rey-Martínez¹, A. Solimeno¹, M. Poch², A. Reyes², M. Ruiz², C.M. Castro-Barros¹

¹ *CETAQUA*, Ctra. d'Esplugues, 75, 08940 Cornellà de Llobregat, Barcelona (Spain)

² Aigües de Barcelona General Batet, 1-7, 08028 Barcelona (Spain)

E-mail del autor para la correspondencia: natalia.rey@cetaqua.com

Resumen

En una era marcada por la creciente preocupación por el cambio climático, la disminución de las reservas de combustibles fósiles y la búsqueda de alternativas sostenibles, la exploración de nuevas vías de producción de bioenergía ha ganado un impulso significativo. Entre estas vías, la fermentación oscura (FO) se presenta como un proceso de bioconversión prometedor que tiene el potencial de revolucionar el panorama de la producción de energía renovable (Angenent, 2004). La FO, un proceso microbiano anaeróbico que convierte una amplia variedad de sustratos orgánicos (biomasa compleja, residuos agroindustriales y aguas residuales) en productos finales valiosos como el hidrógeno (H₂), metano (CH₄) y ácidos grasos volátiles (AGV) (Levin y Chahine, 2010). Este proceso tiene beneficios ecológicos y se alinea con la economía circular y la valorización de residuos. En este contexto, este proyecto investigará la conversión de varios residuos orgánicos urbanos e industriales, en bio-hidrógeno a través del proceso de FO. El objetivo del proyecto es seleccionar y caracterizar el sustrato y el inóculo más eficientes y estudiar las condiciones y el modo de operación óptimos para maximizar la producción de bio-hidrógeno. De esta manera, se busca validar y aumentar el interés en un nuevo modelo de economía circular centrado en la valorización de residuos orgánicos en biocombustible (bio-H₂) para el transporte terrestre y marítimo, alcanzando una Escala de Madurez Tecnológica (TRL por sus siglas en inglés) 5 al final del proyecto.

El estudio de la conversión anaerobia de los residuos orgánicos en hidrógeno se está llevando a cabo en reactores continuos de tanque agitado (15 L). Se ha seleccionado el inóculo más adecuado y se han identificado 5 sustratos orgánicos con alto potencial de producción de hidrógeno. Se pretende optimizar las condiciones de operación y obtener una producción de hidrógeno en continuo. El proceso será escalado y se operará un reactor de 50 L con el sustrato o mezcla de sustratos que hayan dado los mejores resultados en base a producción de hidrógeno. En los próximos meses, se identificará el sustrato o la mezcla de sustratos con mayor producción de hidrógeno. Adicionalmente, los autores presentarán en el Congreso META los resultados finales de producción continua de hidrógeno. En general, los objetivos específicos del proyecto son alcanzar una producción de hidrógeno de aproximadamente 50 mL/L·h y una conversión de la materia orgánica del 50%.

Referencias

Angenent, L. T., Karim, K., Al-Dahhan, M. H., Wrenn, B. A., & Domínguez-Espinosa, R. (2004). Production of bioenergy and biochemicals from industrial and agricultural wastewater. *Trends in Biotechnology*, 22(9), 477-485. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2004.07.001>

Levin, D. B., & Chahine, R. (2010). Critical assessment of dark fermentative hydrogen production. *Science of the Total Environment*, 408(10), 1961-1970.

Agradecimientos

Este estudio está subvencionado por el Ministerio de Ciencia e Innovación dentro del programa Retos de Investigación en el marco del proyecto BioPhoto (Investigación de la producción y almacenamiento de hidrógeno verde a partir de residuos orgánicos, PR-H2CVAl-C1-2022-0057) y dentro del programa de Líneas Estratégicas 2022 en el marco del proyecto SUPORT (Development of a SUstainable route to produce synthetic green fuels for maritime transPORT, PLEc2022-009250).

CC22. Monitorización de procesos de fermentación anaerobia mediante espectroscopía infrarroja y Raman

M. de la Fuente¹, J. Cubero-Cardoso^{1,2}, M. Mauricio Iglesias¹

¹CRETUS, Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Santiago de Compostela; ²Laboratorio de tecnología circular y sostenible, CIDERTA and Chemistry Department, Faculty of Experimental Sciences, Universidad de Huelva

E-mail del autor para la correspondencia: miguel.mauricio@usc.es

Resumen

La recuperación de carbono orgánico de las aguas residuales y residuos orgánicos en ácidos grasos volátiles (AGV) es una estrategia prometedora ya que permite su valorización posterior como productos químicos, biopolímeros y biocombustibles. Un obstáculo importante en el desarrollo de la fermentación anaerobia es la dificultad para monitorizar cambios dinámicos y detectar problemas de inhibición o contaminación. En el proyecto WATCHER (CNS2022-135594, Agencia Estatal de Investigación) se aborda la monitorización de la fermentación anaerobia mediante espectroscopía infrarroja (IR) y Raman en línea, siendo ambas espectroscopías vibracionales, adecuadas para seguir en tiempo real los AGV y otros metabolitos. Al poder identificar la “huella dactilar” de los compuestos, las espectroscopías vibracionales son altamente específicas aunque tienen una sensibilidad limitada.

En el marco del desarrollo de las técnicas de monitorización, se realizaron tests de calibración, primero en agua y posteriormente en medio de fermentación que fueron analizados tanto en IR como en Raman. Para ello, se realizaron mezclas simultáneas de ácidos acético, propiónico y butírico (rango 0,1 g/L – 20 g/L) diseñadas mediante muestreo de hipercubos latino para asegurar una alta cobertura del espacio muestral manteniendo una mínima correlación entre los analitos. Se compararon diversos modelos quimiométricos para cada analito, optando por modelos PLS (*Projection on Latent Structures*) con un número bajo de variables latentes. El trabajo en curso actual se basa en incluir la determinación de diversos sustratos de fermentación de forma simultánea.

A pesar de la influencia del agua en el espectro obtenido, la espectroscopía IR demostró ser superior a la espectroscopía Raman para los tres analitos en todo rango de concentración, en particular para la estimación de ácido butírico. Para los análisis en medio de fermentación (sustrato glucosa), la espectroscopía Raman dio lugar a fenómenos de fluorescencia, resultando en un obstáculo importante para el uso de esta técnica en cultivos mixtos. La espectroscopía IR fue seleccionada para su combinación con modelos matemáticos de fermentación anaerobia con el objetivo de proporcionar un sistema de monitorización avanzada en tiempo real.

CC23. Polyhydroxyalkanoate (PHA) production in WWTP for sludge valorisation

J. Fierro¹, R. Iglesias¹, L. Sanchez¹, C. Martinez¹

¹ *Centro Tecnológico de Investigación Multisectorial (CETIM), Culleredo (A Coruña)*
E-mail del autor para la correspondencia: jfierro@cetim.es

Resumen

Polyhydroxyalkanoates (PHA) are one of the most promising biopolymers due to their biodegradable and biocompatible properties that make them potential substitutes for petroleum-based plastics with applications in medicine, packaging, etc. Nevertheless, these applications are stalled by their high production cost. Simple sugars, glycerol, and plant oils are the most common substrates for PHA synthesis, leading to over 50% of PHA total production costs and rising ethical issues over the amount of carbon sources (i.e. corn-based starch) required to fulfil the future PHA demand [1], [2].

Sewage Sludge (SS) is produced in large quantities in wastewater treatment plants and its management leads represents up to 60% of the operational costs. Over last decades different approaches have been studied to promote the recovery of valuable products under a circular economy perspective. Besides biogas or biofertilizers, volatile fatty acids or biopolymers have been proposed as a solution for both reducing PHA production cost and revaluing waste generated in the water cycle [3], [4], [5].

PHA production was assessed in using urban and slaughterhouse SS as substrates in a 3-stage reactor configuration using a mixed microbial culture (MMC) obtained from a urban WWTP as inoculum. Microbial community analysis was performed via high-throughput 16S rRNA gene-based sequencing, to identify which genera are involved in the PHA production and how they were enriched in the culture through the time of experiment. The enrichment of the mixed culture used as inoculum was achieved successfully, and high PHA yields were obtained with synthetic VFA feed, showing a high accumulation capacity of the enriched culture and high yield (0.65 kg PHACOD/VFACOD). Lower yields were achieved with real effluent (0.22 kg PHACOD/VFACOD) due to the problems observed at the acidification stage. PHA production process was scaled up to a 1 m³ pilot reactor for large-scale validation using industrial SS.

Agradecimientos

The Authors would like to thank the European Union and the Horizon 2020 Research and Innovation Framework Programme for funding this research under the project REWAISE grant agreement No. [869496](#).

Referencias

- [1] A. H. M. Fauzi, A. S. M. Chua, L. W. Yoon, T. Nittami, y H. K. Yeoh, «Enrichment of PHA-accumulators for sustainable PHA production from crude glycerol», *Process Saf. Environ. Prot.*, vol. 122, pp. 200-208, 2019, doi: 10.1016/j.psep.2018.12.002.
- [2] S. Y. Jo et al., «A shortcut to carbon-neutral bioplastic production: Recent advances in microbial production of polyhydroxyalkanoates from C1 resources», *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 192, pp. 978-998, dic. 2021, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2021.10.066.
- [3] R. Iglesias-Iglesias, A. Portela-Grandío, L. Treu, S. Campanaro, C. Kennes, y M. C. Veiga, «Co-digestion of cheese whey with sewage sludge for caproic acid production: Role of microbiome and polyhydroxyalkanoates potential production», *Bioresour. Technol.*, vol. 337, 2021, doi: 10.1016/j.biortech.2021.125388.
- [4] L. Lorini, A. Martinelli, P. Pavan, M. Majone, y F. Valentino, «Downstream processing and characterization of polyhydroxyalkanoates (PHAs) produced by mixed microbial culture (MMC) and organic urban waste as substrate», *Biomass Convers. Biorefinery*, vol. 11, n.o 2, pp. 693-703, abr. 2021, doi: 10.1007/s13399-020-00788-w.
- [5] G. Mannina, D. Presti, G. Montiel-Jarillo, J. Carrera, y M. E. Suárez-Ojeda, «Recovery of polyhydroxyalkanoates (PHAs) from wastewater: A review», *Bioresour. Technol.*, vol. 297, p. 122478, feb. 2020, doi: 10.1016/j.biortech.2019.122478.

CC24. Pretratamiento de hidrólisis térmica y separación de las fases sólida y líquida de lodos de EDAR: ¿Un escenario de digestión interesante?

K.I. Matute, I. Díaz, S.I. Pérez-Elvira

*Universidad de Valladolid, Instituto de Procesos Sostenibles. Valladolid
E-mail del autor para la correspondencia: saraisabel.perez@uva.es*

Resumen

La hidrólisis térmica (HT) se ha convertido en la tecnología de pretratamiento más implementada a escala real para la valorización de lodos de EDAR, ya que ha demostrado contribuir positivamente a retos críticos en el sector del agua: mitigación del cambio climático, descarbonización del sector, y transformación a productos valorizables en el sector agrícola. El éxito de la HT se puede resumir en términos de efectividad, robustez, incremento del biogás, eficiencia energética e higienización del lodo. Poniendo el foco en el biogás, la clave está en la solubilización que consigue el tratamiento térmico, rompiendo estructuras complejas y derivando compuestos orgánicos de la fase sólida (más difícilmente degradable) a la líquida (de mayor cinética y rendimiento de digestión). Por tanto, como hipótesis razonable se puede pensar en un escenario de digestión innovador que considere por separado la digestión de la fase líquida (rica en los compuestos solubilizados) y la sólida (de más lenta degradación).

El trabajo que se presenta corresponde a la cuantificación mediante caracterización, ensayos de producción de biogás (BMP tests) y balances de materia tanto al lodo considerado como un “todo” como a sus fracciones líquida y sólida separadamente, tanto para lodos frescos como pretratados por HT. Los resultados obtenidos para lodo mixto ponen de manifiesto que la liberación de compuestos orgánicos a la fase líquida durante el pretratamiento térmico HT resulta ser la responsable del 40-50% del metano que genera el lodo. Atendiendo a la radicalmente distinta cinética de digestión que siguen las fases sólida y líquida, la separación posterior de ambas fases en el fango hidrolizado térmicamente puede verse justificada desde el punto de vista de la posible optimización de la huella de digestión. Por tanto, los resultados preliminares obtenidos apuntan al potencial interés de un escenario de digestión separada de lodos pretratados por HT, de modo que se reduciría la demanda de volumen de digestión a la mitad, duplicando la productividad de biogás del proceso de digestión.

Agradecimientos

El proyecto ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación a través de la convocatoria de ayuda a «Proyectos orientados a la transición ecológica y a la Transición digital» (TED2021-132468B-I00).



CC25. Recuperación por extracción líquido-líquido de ácidos grasos volátiles de mezclas acuosas generadas en la producción de biocombustibles de aviación por licuefacción hidrotérmica (HTL)

D. Martín-Gutiérrez¹, P. Suárez-Rodríguez¹, V. I. Águeda¹, M. Larriba¹

¹ *Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Grupo de Catálisis y Procesos de Separación. Madrid*
E-mail del autor para la correspondencia: dimartan@ucm.es

Resumen

Actualmente Europa se enfrenta a un doble reto: frenar el avance del cambio climático y al mismo tiempo conseguir la autosuficiencia energética del continente. Para lograrlo, se antoja fundamental la sustitución de los combustibles fósiles tradicionales por otras fuentes de energía más sostenibles, como son los biocombustibles, especialmente necesarios en sectores difícilmente electrificables como la aviación.

El proceso de licuefacción hidrotérmica-oxidación húmeda (HTL-WO) es una de las líneas de producción de biocombustibles de segunda generación. En este proceso se genera una corriente acuosa rica en ácidos grasos volátiles (VFAs), que pueden ser recuperados y valorizados por extracción líquido-líquido, contribuyendo a la circularidad del proceso. En este trabajo se plantea el empleo de terpenos, en búsqueda de una mayor sostenibilidad, comparándolos con disolventes orgánicos convencionales.

En primer lugar, se realizó un cribado de los disolventes mediante simulación molecular con el software COSMOthermX23, con el fin de determinar aquellos que presentaran una mayor afinidad con los VFAs. Se analizaron 43 terpenos y 7 disolventes convencionales con 9 VFAs. Los terpenos seleccionados fueron seis: eucaliptol, geraniol, citronelol, verbenona, linalool y limoneno; y cuatro convencionales: 1-octanol, etil acetato, metilisobutilcetona (MIBK) y diisopropil éter (DIPE).

Con los disolventes seleccionados previamente se realizaron ensayos experimentales, en discontinuo, de extracción líquido-líquido de VFAs en disoluciones acuosas sintéticas que simularan la corriente acuosa procedente del proceso HTL-WO. Se optimizaron las condiciones de extracción, seleccionando la verbenona, geraniol, citronelol como mejores terpenos, y el MIBK y etil acetato como mejores convencionales, además de la relación disolvente/alimento de 3, temperatura de 30 °C y pH 3 como mejores condiciones de operación. El disolvente que mejor desempeño mostró fue la verbenona, con rendimientos de extracción de los VFAs superiores al 70%.

Agradecimientos

Funded by the European Union under the Horizon Europe program. Grant agreement ID: 101083944. D.M.G agradece al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades el contrato predoctoral FPU (ref. FPU22/00201).

CC26. Carbones activados a partir de sólidos del proceso de obtención de biocombustibles de aviación por licuefacción hidrotérmica (HTL) y su aplicación en la recuperación de ácidos grasos volátiles

P. Suárez-Rodríguez¹, D. Martín-Gutiérrez¹, G.C. Becker², G.F. Batista², J.A. Delgado¹, V. I. Águeda¹, M. Larriba¹

¹ Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Grupo Catálisis y Procesos de Separación, Madrid

² Universidad de Hohenheim, Stuttgart, Alemania

E-mail del autor para la correspondencia: pablsu01@ucm.es

Resumen

La Unión Europea (UE) se comprometió con la firma del Acuerdo de París a reducir drásticamente sus emisiones de gases de efecto invernadero. Uno de los retos principales para conseguirlo es la descarbonización del sector del transporte. En sectores en los que sigue siendo necesario el uso de hidrocarburos líquidos como es el caso de la aviación, los biocombustibles son una buena alternativa. Existen diferentes tecnologías para la obtención de biocombustibles, entre las que destaca la licuefacción hidrotérmica (HTL) de residuos ganaderos y agrícolas. En los procesos de HTL, el 60% del carbono presente en la biomasa forma parte de corrientes de subproductos del proceso: una fase acuosa con compuestos orgánicos disueltos, sólidos ricos en carbono y gases efluentes.

Para una mayor circularidad del proceso los sólidos de HTL pueden ser valorizados como adsorbentes en la recuperación de compuestos orgánicos presentes en la corriente acuosa del proceso, principalmente ácidos grasos volátiles (AGV), así como en la purificación de las corrientes gaseosas.

En el presente trabajo se han sintetizado diferentes carbones activados a partir de los sólidos obtenidos en el proceso HTL, comparándose sus propiedades con un carbón activado comercial usado como referencia. Los materiales adsorbentes se han caracterizado mediante análisis termogravimétrico, isoterma de adsorción/desorción de nitrógeno a 77K, cálculo del punto de carga cero y punto isoeléctrico.

Por último, se han realizado ensayos de adsorción empleando ácido acético como AGV modelo en agua ultrapura en concentraciones propias del proceso HTL. Se han obtenido isotermas de equilibrio en tanque agitado y los correspondientes parámetros cinéticos en experimentos en lecho fijo. Los carbones de HTL mostraron una buena capacidad de adsorción de AGV de corrientes acuosas, mejorándose sus propiedades estructurales usando ZnCl₂ y lavados con ácidos y bases.

Agradecimientos

Funded by the European Union under the Horizon Europe program. Grant agreement ID: 101083944

CC27. Reducción del potencial de formación de subproductos de desinfección mediante procesos basados en ozono y radiación solar

A. Rey¹, A.M. Udaondo¹, M. Figueredo², E.M. Rodríguez¹, F.J. Beltrán¹

¹ *Universidad de Extremadura, Departamento de Ingeniería Química y Química Física, TRATAGUAS. Badajoz*

² *Universidad de Cádiz, Departamento de Tecnologías del Medio Ambiente. Cádiz*
E-mail del autor para la correspondencia: anarey@unex.es

Resumen

El proceso de potabilización de agua conlleva una etapa de desinfección final que garantice la ausencia de microorganismos patógenos en el punto de consumo. En nuestro país el cloro sigue siendo el principal agente empleado con este fin, pero en su reacción con la materia orgánica (natural o antropogénica) presente en el agua puede generar subproductos indeseados (DBPs). Entre estos destacan los ácidos haloacéticos (HAAs) y los trihalometanos (THMs), cuyo límite en aguas de consumo se encuentra regulado a través del RD 3/2023.

Este trabajo se ha centrado en el estudio del efecto del tratamiento de oxidación ozonización fotocatalítica solar (OFS), en el potencial de formación de DBPs durante la cloración, empleado una matriz acuosa sintética dopada con ácido húmico y un agua superficial real. Como fotocatalizador se empleó TiO₂-P25 soportado sobre espumas cerámicas macroporosas. La primera parte del estudio se realizó en un reactor a escala de laboratorio, completándose con ensayos en un reactor solar de óptica CPC de 5 L. El seguimiento de la OFS se llevó a cabo mediante análisis de la evolución del contenido en carbono orgánico disuelto, fenoles totales, ácidos orgánicos de cadena corta, absorbancia a 254 nm y fraccionamiento de la materia orgánica, al objeto de relacionar los cambios en la composición de la matriz con la formación de DBPs (THMs, HAAs y compuestos orgánicos halogenados adsorbibles, AOX) en la etapa de cloración final.

En las condiciones ensayadas la OFS condujo a un alto grado de mineralización de la materia orgánica y a la transformación del ácido húmico y los compuestos presentes en el agua superficial en sustancias más hidrofílicas y de menor peso molecular con un menor potencial de formación de THMs y HAAs que los compuestos orgánicos originales. El catalizador soportado demostró su estabilidad durante 300 h de operación.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado a través de los proyectos PID2019-104429RB-I00/AEI/10.13039/501100011033 y CTQ2015-73168-JIN (AEI/FEDER/UE) de la Agencia Estatal de Investigación (AEI) de España y el proyecto 2023/00163/001 de la Universidad de Extremadura.

CC28. Proceso Foto-asistido para la eliminación de los NO_3^- presentes en agua

V.A. Hahn¹, A. L. Garcia-Costa¹, J.A. Casas¹

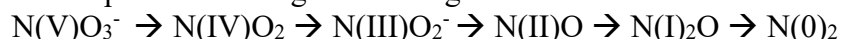
¹ Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ingeniería Química.

Email: jose.casas@uam.es

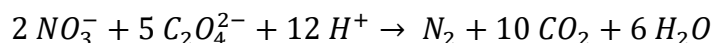
Resumen

La contaminación de las fuentes naturales de agua por nitratos, especialmente en España, afecta a la mayoría de las cuencas y masas de agua subterránea. El abastecimiento, en muchas poblaciones, se ve comprometido, especialmente en las épocas estivales donde la presencia de nitratos en el agua se incrementa hasta niveles superiores a los recomendables para su consumo, en España esta cantidad es de 50 mg/L como establece el Real Decreto 3/2023 sobre los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo. La preocupación por este problema ha hecho que recientemente se haya publicado el Real Decreto 47/2022, sobre protección de las aguas contra la contaminación difusa producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias. La utilización irracional de fertilizantes o la mala gestión de residuos ganaderos están detrás del alto incremento en nitratos que se observa en muchas regiones. Aunque ya se han tomado medidas para mejorar la gestión de residuos, es necesario desarrollar procesos efectivos para la eliminación de los nitratos presentes en las fuentes de agua, especialmente si estas van a ir destinadas a consumo. Este trabajo se centra en el desarrollo de un proceso fotoasistido de reducción de nitratos y nitritos para su conversión en nitrógeno gas sin la producción de amonio.

El proceso desarrollado en este trabajo se basa en la utilización de ácido oxálico como agente reductor, hierro como catalizador del proceso y luz ultravioleta para romper los complejos que se forman como intermedios durante el proceso de reducción. La evolución observada de las especies de nitrógeno en el agua tratada fue:



El proceso se desarrolla a pH ácido, $\text{pH} < 5$, la estequiometría global del proceso responde a la ecuación:



Sin embargo, la cinética del mismo se ve muy influida por la variación de concentraciones de los reactivos, de tal forma que su incremento puede dar lugar a una reducción en la velocidad del proceso al formarse intermedios no deseados que tardan en eliminarse. Existen múltiples rutas en función de las condiciones de operación. La variable que mostró un mayor efecto en la cinética del proceso fue la intensidad de luz uv utilizada. Consiguiéndose desarrollar un proceso en continuo que es capaz de eliminar el 50% del nitrato presente en un agua en 5 minutos de tiempo de residencia, siendo capaz de tratar caudales de 0,3 L/min utilizando una lampara de mercurio de media presión de una potencia de 2kW.

Palabras clave: Desnitrificación, Procesos Fotoasistidos, Ac. Oxálico, Catalizadores de hierro.

Agradecimientos: Esta investigación ha sido subvencionada por la AEI española a través del proyecto PDC2021-120871-I00. V. Hahn agradece a la Comunidad de Madrid su contrato PEJ-2021-AI/AMB-22510.

CC29. Sinergias bacterianas en la acumulación de PHA: la estrecha relación entre los géneros *Burkholderia* y *Chitinophaga*

D. Correa-Galeote¹, C. Ucha², A. Bayo-Martínez¹, B. Rodelas¹, C. Pozo¹, A. Pedrouso², A. Val del Río², A. Mosquera-Corral², A. González-Martínez¹, J. González-López¹

¹ Universidad de Granada, Instituto de Investigación del Agua. Granada

² Universidade de Santiago de Compostela, Instituto CRETUS, Santiago de Compostela
E-mail del autor para la correspondencia: dcorrea@ugr.es

Resumen

La producción de polihidroxialcanoatos (PHA) por comunidades microbianas mixtas (CMM) a partir de residuos es una biotecnología prometedora para la producción de bioplásticos. Sin embargo, el correcto enriquecimiento de los géneros clave en la biosíntesis y acumulación de PHA se perfila como un cuello de botella en la implementación industrial de este proceso, siendo necesario profundizar en los aspectos que gobiernan el establecimiento y desarrollo de los CMM. El objetivo principal de este trabajo fue la caracterización de la dinámica poblacional de las comunidades microbianas presentes en un reactor discontinuo tipo SBR (Sequencing Batch Reactor) alimentado con aceite de cocina usado, operado durante 269 días bajo un régimen de saciedad/hambre, mediante secuenciación Illumina del gen 16S rRNA (Correa-Galeote et al., 2022). La operación del reactor resultó en el desarrollo de una comunidad bacteriana dominada por los géneros *Burkholderia* y *Chitinophaga* (abundancias relativas máximas de 87% y 16%, respectivamente). Así, ambos géneros actúan de forma sinérgica en la acumulación de PHA, ya que *Chitinophaga*, mediante la acción de sus lipasas, transforma las grasas de este residuo en ácidos grasos libres, los cuales son finalmente metabolizados hasta PHA por la enzima PhaC de *Burkholderia*. Cabe indicar que esta asociación se correlacionó con un mayor rendimiento de la acumulación de PHA en el biorreactor.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Ciencia e Innovación (AEI), mediante los subproyectos MACROPOLYVER (PID2020-112550RB-C21) y MICROPOLYVER (PID2020-112550RB-C22) del proyecto ECOPOLYVER

Referencias

Correa-Galeote, D., et al. (2022). Dynamics of PHA-Accumulating bacterial communities fed with lipid-rich liquid effluents from fish-canning Industries. *Polymers*, 14(7), 1396. doi:10.3390/polym14071396.

CC30. REALM: Normativa aplicable a las aguas regeneradas del proyecto basado en tecnologías de microalgas

C. Garrido-Pérez¹, J.A. Perales¹, J. Ruiz¹

*¹ Departamento de Tecnologías del Medio Ambiente, Instituto Universitario de Investigaciones Marinas (INMAR), Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEIMAR), Universidad de Cádiz, 11510 Puerto Real, Cádiz, España
E-mail del autor para la correspondencia: carmen.garrido@uca.es*

Resumen

En el proyecto REALM: Reusing Effluents from Agriculture to unLock the potential of Microalgae (UE HORIZON-CL6-2021-CIRCBIO-01) se investiga acerca de la circularidad del agua utilizada en agricultura, y en concreto en los cultivos hidropónicos en invernaderos. En estos sistemas, un volumen del agua de cultivo hidropónico debe ser drenada y renovada por medio fresco de cultivo para garantizar el crecimiento sano y la productividad de la plantación. En este proyecto, estas aguas de drenaje pretenden ser un medio de cultivo de microalgas que complemente a este sistema agrícola, de forma que se consiga, al cosechar estas microalgas, por un lado, un agua regenerada que puede introducirse en el sistema o utilizarse posteriormente en otras prácticas agrícolas, y por otro lado, una biomasa comercialmente interesante, con efectos notables como biopesticidas y bioestimulantes. Un objetivo del proyecto REALM es identificar todo el marco normativo de la Unión Europea que afecta a cada una de las fases del proceso, así como normas nacionales que desarrollan y amplían el uso de las aguas regeneradas en los países que forman parte del proyecto (España, Portugal, Países Bajos y Finlandia), así como de otros países comunitarios o de la cuenca mediterránea con alto déficit de agua para riego. Este proyecto se está desarrollando en plena aplicación y desarrollo de nuevas normativas ambientales de regeneración de aguas y vertidos, por tanto, la revisión normativa incluye la recopilación, análisis y armonización de límites de vertido o de uso para regeneración y los criterios de calidad de la biomasa según el uso al que se destinen. En este trabajo, se expone la revisión normativa, y los criterios armonizados.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por Horizon Europe bajo el Programa Marco de Investigación e Innovación de la Unión Europea para el período 2021 -2027, bajo el acuerdo no. 101060991; Proyecto REALM.

The background of the cover features a wide-angle photograph of a city street. In the foreground, there is a body of water, likely a river or canal, with a low stone wall and a metal railing. Behind the railing, a paved walkway with several trees and modern streetlights is visible. The middle ground is dominated by a long, multi-story building with a light-colored facade and many windows. To the right, a more traditional building with a yellow facade and arched windows is visible. The sky is bright blue with scattered white clouds.

XV CONGRESO ESPAÑOL DE TRATAMIENTO DE AGUAS

PÓSTERES

P1. Formación de turbidez en el agua durante la oxidación de diclofenaco (DCF) empleando la tecnología foto-Fenton

N. Villota¹, B. Echevarria², A. De Luis², J.I. Lombrana³

¹ *Universidad del País Vasco UPV/EHU, Dpto. de Ingeniería Química y del Medio Ambiente, IQEMA Ingeniería Química en Energía y Medio Ambiente. Vitoria-Gasteiz*

² *Universidad del País Vasco UPV/EHU, Dpto. de Ingeniería Química y del Medio Ambiente, IQEMA Ingeniería Química en Energía y Medio Ambiente. Bilbao*

³ *Universidad del País Vasco UPV/EHU, Dpto. de Ingeniería, IQEMA Ingeniería Química en Energía y Medio Ambiente. Bilbao*

natalia.villota@ehu.eus

Resumen

Durante la degradación de DCF con el tratamiento foto-Fenton se genera elevada turbidez en el agua (50 NTU). Sin embargo, en los ensayos realizados en presencia de UV/H₂O₂ se generan niveles de turbidez del orden a 1 NTU. La máxima turbidez (50 NTU) se forma al llevar a cabo la oxidación de [DCF]=50,0 mg/L empleando [UV]=150W, [H₂O₂]=1,0 mM y [Fe²⁺]=3,0 mg/L. Este resultado indicaría que la relación estequiométrica que conduce a la máxima turbidez se genera cuando el hierro al reaccionar con el DCF da lugar a la formación de complejos, donde 1 átomo de ion ferroso constituiría el eje central de un compuesto de coordinación formado por 3 moléculas de DCF.

La estructura molecular del diclofenaco posee un grupo carboxílico que se puede coordinar con gran facilidad a un centro metálico para dar un compuesto de coordinación. Por lo tanto, es un ligando idóneo para la formación de complejos de coordinación. Asimismo, el ion de hierro, se encuentra coordinado con tres ligandos desprotonados, con lo que la carga quedaría compensada. Estos ligandos, se coordinan por medio de los átomos de oxígeno de los grupos carboxilados (Echenique-Errandonea, 2016).

Aumentando la dosis de hierro por encima de esta relación estequiométrica, la turbidez es menor debido a que el hierro que se dosifica en exceso precipita en forma de hidróxido, provocando una disminución de la turbidez del agua. Cabe esperar que esta reacción de precipitación sea proporcional al aumento de la dosis de catalizador empleada.

Referencias

Echenique-Errandonea, E. (2016). Diseño, síntesis y caracterización de nuevos complejos de coordinación basados en principios activos con actividad biológica conocida. Trabajo Fin de Grado de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

P2. Influencia de los procesos de oxidación en microfibras sintéticas y naturales en su identificación

A. Domínguez-Rodríguez¹, E. Ferrer-Polonio^{1,2}, M.J. Luján-Facundo^{1,2}, M.A. Bes-Pia^{1,2}, J.A. Mendoza-Roca^{1,2}

¹*Instituto Universitario de Seguridad Industrial, Radiofísica y Medioambiental (ISIRYM), Universitat Politècnica de València, Valencia, Spain.*

²*Departamento de Ingeniería Química y Nuclear, Universitat Politècnica de València, Valencia, Spain.
andorod1@alumni.upv.es*

Resumen

Las corrientes de fango producidas en las EDARs presentan una considerable concentración de microplásticos (MPs), que suponen un problema medioambiental. De las diferentes formas que presentan los MPs, las microfibras (MFi) son las más predominantes. La caracterización de MFi es compleja y no estandarizada, por ello, diseñar una metodología para la cuantificación e identificación de MFi es crucial.

En el presente estudio, se han llevado a cabo diferentes pretratamientos de oxidación (peroxidación, ozonización y peroxona) para eliminar la matriz orgánica de muestras de fangos. Para estudiar si las técnicas de oxidación dañarían las MFi, se han utilizado disoluciones patrón preparadas con agua osmotizada y diferentes MFi sintéticas y naturales. Los pretratamientos se llevaron a cabo durante 2 h (Bretas Alvim et al., 2020). La peroxidación se realizó a 60°C, mientras que la ozonización y la peroxona se llevaron a cabo a temperatura ambiente. Tras la oxidación, las muestras se filtraron en un filtro de fibra de vidrio y se secaron en la estufa durante 2,5 h a 60°C. La cuantificación de MFi se realizó en un estereomicroscopio (Leica S APO Zoom 8:1x).

Los resultados muestran que, las MFi sintéticas empleadas no presentaban casi degradación tras las oxidaciones, ya que la concentración de MFi antes y después de la oxidación era la misma. En el caso de las MFi naturales, se observó que perdían el color al utilizar ozono y fue necesario una tinción con Rosa Bengala para su detección.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo del Ministerio de Ciencia e Innovación a través del proyecto PID2021-127468OB-I00)

Referencias

Bretas, C., Bes, M. A., & Mendoza, J. A. (2020). Separation and identification of microplastics from primary and secondary effluents and activated sludge from wastewater treatment plants. *Chemical Engineering Journal*. 402, 126293. <https://doi.org/10.1016/J.CEJ.2020.126293>

P3. Eliminación de micropartículas de poliestireno de aguas residuales mediante electrocoagulación

S. Mateo¹, A. Zhang¹, A. Piedra¹, A. Ruiz¹, R. Miranda¹, F. Rodríguez¹

1 Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Ingeniería Química y Materiales, Grupo de Desarrollo de Procesos y Productos de Bajo Impacto Ambiental. Madrid. smateo04@ucm.es

Resumen

La contaminación de aguas de microplásticos es un problema medioambiental reconocido como emergente debido principalmente a su baja degradabilidad y sus características tan diversas. Además, se ha detectado que las Estaciones de Depuración de Aguas Residuales (EDAR), punto de recolección principal de este tipo de contaminantes, no permiten su completa eliminación y favorecen su ruptura en fragmentos de menor tamaño (1), por lo que es necesario implementar tecnologías, tales como las tecnologías electroquímicas, que puedan integrarse en una EDAR para garantizar un vertido libre de microplásticos. Este trabajo tiene como objetivo estudiar la influencia de la densidad de corriente (rango: 2.7 A m⁻² - 56 A m⁻²) y de la naturaleza del ánodo de sacrificio (Fe, Al) en el rendimiento de eliminación de microplásticos (micropartículas de 50-100 µm de poliestireno (µPS); concentración: 0.5 g/L) de aguas residuales sintéticas (2 L) mediante un proceso de electrocoagulación. Se emplea acero inoxidable como cátodo separado 3 cm del ánodo, Na₂ SO₄ como electrolito y Tween 20 como dispersante. Los resultados obtenidos muestran que la electrocoagulación permite eliminar el 97% de microplásticos. Además, independientemente de la densidad de corriente aplicada, el rendimiento de eliminación de µPS en estado estacionario es superior en el caso del ánodo de Al con respecto al Fe, lo que puede estar relacionado con el tipo de floculo formado (2). En el caso del Al, el máximo rendimiento de eliminación (97%) se obtiene con una densidad de corriente de 16.3 A m⁻² mientras que para el Fe el máximo se consigue 94,7% a 28.4 A m⁻². Con respecto a la influencia de la densidad de corriente, se observa una mejora en el rendimiento de eliminación al aumentar la densidad de corriente en un rango determinado, pero altas densidades de corrientes provocan un descenso en el rendimiento de eliminación.

Agradecimientos

Los autores agradecen el financiamiento al MICIN (TED2021-129917B-I00).

Referencias

1. Liu, W., Zhang, J., Liu, H., Guo, X., Zhang, X., Yao, X., Cao, Z., and Zhang, T. (2021). A review of the removal of microplastics in global wastewater treatment plants: Characteristics and mechanisms. *Env. Int.*, 146: 106277. DOI: 10.1016/j.envint.2020.106277.
2. Shen, M., Zhang, Y., Almatrafi, E., Hu, T., Zhou, C., Song, B., Zeng Z., and Zeng, G. (2022). Efficient removal of microplastics from wastewater by an electrocoagulation proces', *Chemical Engineering Journal*, 428: 131161. DOI: 10.1016/j.cej.2021.131161

P4. Interacción entre las sustancias poliméricas extracelulares y los microplásticos en un biorreactor de membrana

C. González-Menéndez, D. Sol, A. Laca, A. Laca, M. Díaz

*Universidad de Oviedo, Dpto. Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente,
Grupo de Tecnología y Bioprocesos de Reactores (TBR), Oviedo
lacaamanda@uniovi.es*

Resumen

Los microplásticos (MPs), contaminantes ubicuos en los ecosistemas acuáticos, son considerados en la actualidad una importante amenaza emergente. Las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDARs) resultan clave en la eliminación de estas micropartículas durante las etapas de tratamiento (Sol *et al.*, 2020). Los biorreactores de membrana (MBRs) han sido descritos como una eficaz tecnología para eliminar MPs de las aguas residuales (Masiá *et al.*, 2020). Las sustancias poliméricas extracelulares (SPEs) resultan determinantes en las características de los lodos y, por tanto, juegan un papel decisivo en los procesos de tratamiento biológico (Nouha *et al.*, 2018). En este trabajo, se ha investigado la interacción entre las SPEs y los MPs en un MBR de una EDAR ubicada en el sureste de España. Se tomaron muestras de licor mezcla (LM) durante seis meses y se analizaron las SPEs y los MPs. Las concentraciones de SPEs totales en el LM oscilaron entre 1.95 y 4.30 g/l, siendo su composición aproximadamente 40% proteínas, 40% ácidos húmicos y 20% carbohidratos, mientras que las de MPs estuvieron entre 2482 y 4597 MPs/L. Se observó que cuanto mayor era la concentración de MPs, mayor era la cantidad de SPEs secretada por los microorganismos, lo que indica que los MPs actúan como un estresor bacteriano. Asimismo, se centrifugaron muestras de LM, evaluando la retención de MPs en el sólido centrifugado (SC). La concentración de ácidos húmicos (AHs) mostró una correlación lineal con respecto al porcentaje de MPs retenidos en el SC, de manera que se propuso un posible mecanismo AHs-MPs basado en las interacciones hidrofóbicas como responsable de la retención de MPs en los flóculos de lodo.

Referencias

- Masiá, P, Sol, D., Ardura A., Laca, A., Borrell, Y.J., Dopico, E., Laca, A. Machado-Schiaffino, G., Díaz, M., García-Vazquez, E. (2020). Bioremediation as a promising strategy for microplastics removal in wastewater treatment plants. *Marine Pollution Bulletin* 156, 111252, doi: 10.1016/j.marpolbul.2020.111252.
- Nouha, K., Kumar, R.S., Balasubramanian, S., Tyagi, R.D. (2018). Critical review of EPS production, synthesis and composition for sludge flocculation. *Journal of Environmental Sciences* 66, 225-245, doi: 10.1016/j.jes.2017.05.020.
- Sol, D., Laca, A., Laca, A., Díaz, M. (2020). Approaching the environmental problem of microplastics. *Science of The Total Environment* 740, 140016, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.140016.

P5. Evaluación del empleo de carbón activo granular para la eliminación de microplásticos en aguas

A. Laca, A. Sánchez-Condado, Y. Patiño, D. Sol, A. Laca, M. Díaz

*Universidad de Oviedo, Dpto. Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente,
Grupo de Tecnología y Bioprocesos de Reactores (TBR), Oviedo
lacaamanda@uniovi.es*

Resumen

La contaminación por microplásticos (MPs) se ha convertido en una grave amenaza medioambiental en todo el mundo debido a su persistencia y a los efectos potencialmente adversos que pueden ocasionar, tanto a los ecosistemas como a la salud humana. Uno de los principales problemas asociados a los MPs es la dificultad de eliminar estas partículas del agua durante los tratamientos de aguas residuales y también en los procesos de obtención de agua potable (Solís-Balbín *et al.*, 2023). Por ello, en la actualidad, la búsqueda de soluciones en forma de tecnologías innovadoras que puedan eliminar los MPs de medios acuosos es un tema de gran interés. En este contexto, los procesos de adsorción podrían ser una alternativa eficiente y económica para la eliminación de microplásticos en el agua (Sol *et al.*, 2022).

En este trabajo se ha estudiado la capacidad del carbón activado granular (CAG) para retener MPs. Para ello, se emplearon como estándar microplásticos de polipropileno (PP) y se llevaron a cabo ensayos en discontinuo en diferentes condiciones, con el objetivo final de evaluar el rendimiento de los procesos de adsorción. Los resultados mostraron que la cinética de retención siguió un modelo de pseudoprimer orden, lo que indica que la retención de MPs depende fundamentalmente de procesos físicos. Por otra parte, sólo fue posible encontrar un buen ajuste para la isoterma de Freundlich, de manera que el proceso parece tener lugar de forma cooperativa. Todo ello indica que los MPs están unidos a la superficie del CAG mediante enlaces débiles en forma similar a fuerzas de van der Waals, enlaces de hidrógeno o interacciones hidrofóbicas.

Referencias

Sol, D., Laca, A., Laca, A., Díaz, M. (2022). Wastewater treatment approaches to remove microplastics: Microfibre incidence and fate, en *Polluting Textiles: The Problem with Microfibres* (Routledge), pp. 153 - 184, doi: 10.4324/9781003165385-9.

Solís-Balbín C., Sol D., Laca A., Laca A., Díaz M. (2023). Destruction and entrainment of microplastics in ozonation and wet oxidation processes. *Journal of Water Process Engineering* 51, 103456, doi: 10.1016/j.jwpe.2022.103456.

P6. Tecnología para Eliminación Autotrófica de Nitrógeno basada en proceso CANON mediante Biofiltración en Lecho Fijo aplicada en Línea de aguas

M.J. Gallardo^{1,2}, B. Muñoz-Palazón², A. González-Martínez², J. González-López², F. Osorio^{1,2}

¹ *Universidad de Granada, Departamento de Ingeniería Civil, Grupo de Investigación MITA. Granada*

² *Universidad de Granada, Instituto del Agua, Grupo de Investigación MITA. Granada*
E-mail del autor para la correspondencia: fosorio@ugr.es

Resumen

Desde hace años se utilizan sistemas convencionales biológicos de nitrificación/desnitrificación para la eliminación de nitrógeno en las aguas residuales. Para hacer frente a las limitaciones de este proceso, se desarrollan cada vez más sistemas de eliminación autotrófica de nitrógeno, que suponen un ahorro de energía y costos asociados. Además, estos procesos no necesitan DQO biodegradable para eliminar el nitrógeno y, por lo tanto, permiten transformar la mayor parte de la materia orgánica biodegradable que llega a la EDAR en biogás.

El presente trabajo aborda el estudio de la tecnología de biofiltración para eliminación de nitrógeno total de la línea de aguas, mediante el proceso CANON, un proceso autotrófico que se aplica en una única etapa. Los principales retos tecnológicos para implantar los procesos anammox en la línea de aguas son: la dificultad de controlar la proliferación de bacterias nitrificantes (NOBs) que producen altas concentraciones de nitratos; dificultad de obtener un crecimiento estable de las bacterias anammox al tratar altos ratios de carbón/nitrógeno (C/N) y bajas concentraciones de amonio; dificultad de retener las bacterias anammox en el biorreactor; bajos rendimientos al operar a bajas temperaturas; y el control efectivo del proceso durante la puesta en marcha y la operación. Entre otras cuestiones, en el presente trabajo se ha estudiado la ubicación óptima de los reactores CANON dentro del tren de tratamiento de la EDAR, el uso y procedimiento de aplicación más favorable de diferentes inóculos que se han probado, así como la influencia en el proceso de la instalación de un sistema físico-químico previo a la biofiltración.

Operando con agua residual real, procedente de la decantación primaria, inmediatamente después de la inoculación, los resultados fueron extraordinarios, en torno al 65-75% de eliminación de nitrógeno total, según las condiciones operacionales de trabajo. Posteriormente se observó una pérdida de efectividad. A partir de en torno al séptimo mes, los rendimientos de eliminación decrecen hasta aproximadamente el 40%. Se ha llevado a cabo un completo estudio mediante técnicas de análisis microbiológico avanzado al objeto de identificar e interpretar la evolución de las poblaciones microbianas durante la operación del proceso.

Referencias

García-Ruiz, M.J.; Maza-Márquez, P.; González-Martínez, A.; Campos, E.; González-López, J.; Osorio, F., (2018) Performance and bacterial community structure in three

autotrophic submerged biofilter bioreactors operated under different operational conditions. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 10.1002/jctb.5598.

García-Ruiz, M.J.; Maza-Márquez, P.; González-López, J.; Osorio, F., (2018) Nitrogen removal capacity and bacterial community dynamics of a Canon biofilter system at different organic matter concentrations. *Chemosphere*, 193, 591-601.

García-Ruiz, M.J.; Castellano-Hinojosa, A.; González-López, J.; Osorio, F., (2018) Effects of salinity on the nitrogen removal efficiency and bacterial community structure in fixed-bed biofilm CANON bioreactors. *Chemical Engineering Journal*, 347, 156-164.

Patente: García-Ruiz, M.J.; Osorio, F.; González-López, J.; González-Martínez, A.; Campos, E.; Terrero, P.; Zarzo, D., (2016). Método y sistema de eliminación autotrófica de nitrógeno en aguas residuales mediante biofiltración en lecho fijo. *Valoriza Agua S.L.* Ref.: 2562379.

P7. Remoción de contaminantes emergentes seleccionados mediante tecnologías de oxidación avanzada y mediante adsorción con carbón activado

M. Ferre, E. Dominguez, M.J. Moya-Llamas, A. Trapote, D. Prats

Universidad de Alicante, I.U. del Agua y de las Ciencias Ambientales. Alicante

E-mail del autor para la correspondencia: marta.ferre@ua.es

Resumen

Este estudio contempla la remoción de contaminantes emergentes (CEC) presentes en matrices acuosas sintéticas. Se ha seleccionado un conjunto de CEC de interés, algunos de ellos incluidos como microcontaminantes traza en la propuesta de revisión de la Directiva 91/271/CEE sobre tratamiento de aguas residuales urbanas, y otros incluidos en la 3ª Lista de Observación de la Unión Europea (Decisión de Ejecución UE 2020/116). Se estudia la eliminación de estos compuestos mediante procesos de oxidación avanzada (POA) y adsorción en carbón activado de tipo vegetal (CA), que son tecnologías estudiadas por muchos autores, como De Souza et al. (2023) o Kovalova et al. (2013). Se diseñan y operan plantas escala laboratorio de POA y CA, con las que se tratan matrices acuosas sintéticas. Los resultados obtenidos son preliminares. En los ensayos realizados con las tecnologías PAO se observa que son tecnologías eficientes para reducir los CEC, pero para algunos de ellos son necesarias dosis y tiempos elevados. La adsorción por CA se ve favorecida con mayores tiempos de contacto, alcanzando eliminaciones superiores al 80% para muchos CEC, siendo los compuestos azólicos los que menos se adsorben.

Agradecimientos

La investigación se enmarca en el proyecto SOS-AGUA-XXI (Misiones 2021, CDTI) que coordina la empresa Sacyr Agua y participan Valoriza Servicios Medioambientales, Bosonit, Tepro, Regnera, Aeromedia, Föra y Aqua Advise.

Referencias

- De Souza, A. B., Mielcke, J., Ali, I., Dewil, R., Van De Goor, T., & Cabooter, D. (2023). Removal of miconazole from water by O₃, UV/H₂O₂ and electrochemical advanced oxidation: real-time process monitoring and degradation pathway elucidation. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 11(3), 109993. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2023.109993>
- Kovalova, L., Siegrist, H., Von Gunten, U., Eugster, J., Hagenbuch, M., Wittmer, A., Moser, R., & McArdell, C. S. (2013). Elimination of micropollutants during Post-Treatment of hospital wastewater with powdered activated carbon, ozone, and UV. *Environmental Science & Technology*, 47(14), 7899-7908. <https://doi.org/10.1021/es400708w>

P8. Microplásticos (MPs) en lodos de EDAR: Estado del arte

C. Casella, D. Sol, A. Laca, M. Díaz

University of Oviedo, Department of Chemical and Environmental Engineering, C/ Julián Clavería s/n, 33006, Oviedo, Spain.
uo285701@uniovi.es

Resumen

Los microplásticos (MPs) representan un grave problema para el medio ambiente, especialmente su presencia en ambientes acuáticos y suelos, y por ello han sido considerados tema central de numerosos artículos de investigación (Sol et al., 2020). Se han encontrado MPs en aguas residuales y lodos de depuradora de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales (EDAR). Además, se sabe que la aplicación de lodos de depuradora producidos a partir de EDAR para uso agrícola es una fuente principal de MPs en los suelos (Hatinoğlu et al., 2021). La mayor parte de los trabajos publicados se han centrado en la detección y eliminación de MPs en la línea de agua y en los últimos años se han publicado varias revisiones a este respecto. Sin embargo, en la literatura científica se ha prestado menos atención a los lodos y se sabe poco sobre el destino de los MPs cuando se aplican en la agricultura. Este trabajo pretende hacer una revisión global sobre las técnicas más utilizadas para identificar y detectar MPs en lodos, sus características e incidencia, su efecto en los tratamientos de lodos y su impacto en el medio ambiente. Hasta donde sabemos, no existen protocolos estandarizados para la extracción de MPs del suelo y se desconocen las posibles repercusiones en el cultivo de las plantas. En los estudios presentados en esta revisión, la concentración de MPs en lodos está entre 1.500 y 170.000 MPs/kg de lodo seco, con un intervalo de tamaños muy amplio (de 1 μm a 5.000 μm). Un factor que genera problemas a la hora de comparar diferentes estudios es que se utilizaron diferentes protocolos para cuantificar los MPs, lo que puede conducir a diferentes resultados y por tanto establecer diferentes conclusiones. Asimismo, es difícil proponer un esquema general que resuma las repercusiones de los MPs en el medio ambiente debido al diferente diseño de experimentos seguido en los artículos científicos publicados, utilizando diferentes tipos de lodos y MPs que dan lugar a diferentes interacciones con otras especies presentes en los lodos (contaminantes orgánicos, metales tóxicos, etc.). Resultan necesarios más estudios para establecer protocolos estandarizados y descifrar los principales mecanismos y efectos de los MPs de los lodos de depuradora en el medio ambiente.

Referencias

- [1] Hatinoğlu, M. D., Sanin, F. D. (2021). Sewage sludge as a source of microplastics in the environment: A review of occurrence and fate during sludge treatment. *J. Environ. Manage.*, 295, 113028. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113028>
- [2]. Sol, D., Laca, A., Laca, A., Díaz, M. (2020). Approaching the environmental problem of microplastics: Importance of WWTP treatments. *Sci. Total Environ.*, 740, 140016. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140016>
- [3]. Casella, C., Sol, D., Laca, A., Mario, D. (2023) Microplastics in sewage sludge: A review. *Environ Sci. Poll. Res.* 30, 63382–63415 <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27151-6>

P9. Los microplásticos en estaciones de tratamiento de agua residual: los nuevos nichos microbianos

B. Muñoz-Palazon¹, A. Rosa-Masegosa², S. Gorrasi¹, M. Fenice¹, R. Vilchez-Vargas³, J. Gonzalez-Lopez²

¹ *Università degli Studi della Tuscia, Department of Biology and Ecology. Viterbo*

² *Universidad de Granada, Departamento de Microbiología, RNM270. Granada*

³ *Medical Department II, Ludwig-Maximilians-Universität, Munich, Germany*

E-mail del autor para la correspondencia: aurorarm@ugr.es

Resumen

Los plásticos son ampliamente usados, e inevitablemente ingresan al medio ambiente mediante diversas vías, siendo las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDARs) un punto clave de enriquecimiento de los mismos. Los microplásticos (5 mm- 250 µm) constituyen un excelente nicho para la vida microbiana en forma de biopelícula adherida, conocido la plastisfera (Zettler et al., 2013). Hay evidencias de que la liberación de microplásticos de las EDARs puede tener consecuencias biológicas en las masas de agua receptoras debido a los microorganismos que la colonizan. En esta investigación se estudió el efecto del fango sobre la comunidad microbiana adherida a la superficie de microplásticos de baja densidad (polipropileno y polietileno) y de alta densidad (poliestireno y tereftalato de polietileno) durante un tiempo de 96 h, en agitación (130 rpm) a temperatura de 15°C simulando condiciones y tiempo de retención celular de los microplásticos en su paso por el tratamiento secundario. Los microplásticos empleados fueron producidos por un desgaste mecánico de macroplásticos. Los resultados de secuenciación masiva de las comunidades microbianas revelaron que las poblaciones microbianas del fango activo no se modificaban por la presencia de microplásticos (independiente de las características de este), sin embargo, los filotipos dominantes de las biopelículas conformadas sobre la superficie de los microplástico si divergieron del fango, especialmente tras cuatro días en contacto. Además, las características fisicoquímicas de los microplásticos determinaron el desarrollo de distintas comunidades microbianas adheridas a estos.

Agradecimientos

Bárbara Muñoz Palazon agradece el soporte de su ayuda Margarita Salas (Universidad de Granada) y Aurora Rosa Masegosa a su ayuda Formación de Profesorado Universitario (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte)

Referencias

Zettler, E. R., Mincer, T. J., Amaral-Zettler, L. A. (2013). Life in the “plastisphere”: microbial communities on plastic marine debris. *Environmental science & technology*, 47(13), 7137-7146. <https://doi.org/10.1021/es401288x>

P10. Liberación de microplásticos en contenedores para desinfección solar de agua

C. Álvarez-Fernández¹, E. Matikainen², K. G. McGuigan², J. M. Andrade³, J. Marugán^{1,4}

¹*Chemical and Environmental Engineering Group, Rey Juan Carlos University, C/ Tulipán s/n, 28933 Móstoles, Madrid, Spain.*

²*Department of Physiology & Medical Physics, RCSI University of Medicine and Health Sciences, Dublin, Ireland.*

³*Group of Applied Analytical Chemistry, University of A Coruña, Campus da Zapateira s/n, E-15071 A Coruña, Spain.*

⁴*Instituto de Tecnologías para la Sostenibilidad, Rey Juan Carlos University, C/ Tulipán s/n, 28933 Móstoles, Madrid, Spain.*

E-mail del autor para la correspondencia: javier.marugan@urjc.es

Resumen

La desinfección solar de agua (SODIS) consiste en la exposición al sol de agua contaminada microbiológicamente en recipientes transparentes a la radiación ultravioleta. Se trata de un método popular entre las poblaciones vulnerables de regiones donde el acceso a agua potable es limitado. El polietileno tereftalato (PET) y el polipropileno (PP) son materiales adecuados para los recipientes SODIS, ya que garantizan un compromiso entre coste y eficacia de desinfección. Sin embargo, ambos polímeros son susceptibles de experimentar fotodegradación y fragmentarse, generando microplásticos (MPs). En este contexto, existe una creciente preocupación por la liberación de estos contaminantes emergentes desde la superficie interna al seno del agua durante el proceso SODIS. Por ello, el presente trabajo tiene como objetivo la detección y caracterización de MPs en el agua contenida en recipientes de PET y PP expuestos a la radiación solar natural, mediante la técnica de microespectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (μ -FTIR). Ambos recipientes presentaron MPs en todos los tiempos de exposición estudiados. En el caso de los recipientes fabricados con PP, la liberación de MPs siguió una tendencia exponencial con el tiempo y considerablemente superior a la observada en los manufacturados en PET. Cabe destacar que se apreció la aparición y deformación de bandas espectrales en los espectros FTIR de las partículas identificadas como PP. Por tanto, es importante tener en cuenta los efectos de envejecimiento en los espectros de los MPs para evitar una incorrecta cuantificación de estos. La cantidad de MPs liberados por los recipientes de PET fue relativamente insignificante y constante con el tiempo, demostrando así su idoneidad para la obtención de agua segura para el consumo humano mediante la técnica SODIS. Finalmente, a partir del tamaño de los MPs encontrados, se puede inferir que la absorción gastrointestinal de los mismos es poco probable.

Agradecimientos

PANIWATER project (GA 820718) y HYSOLCHEM Project (GA 101017928).

P11. Grupo de investigación: Tecnología de Bioprocesos y Reactores

A. Laca, P. Oulego, S. Collado, A. Laca, M. Rendueles, M. Díaz

Universidad de Oviedo, Departamento de Ingeniería Química, Grupo de Tecnología de Bioprocesos y Reactores, Oviedo

E-mail del autor para la correspondencia: mariodiaz@uniovi.es

Resumen

El Grupo de Tecnología de Bioprocesos y Reactores (TBR) de la Universidad de Oviedo es un equipo interdisciplinario creado en el año 1987 por el Profesor Mario Díaz. Compuesto habitualmente por aproximadamente por unos quince investigadores, su enfoque se centra en los campos de tratamiento de aguas, así como en la separación y aprovechamiento de residuos. Los objetivos generales del grupo abarcan desde la comprensión de los mecanismos involucrados hasta el diseño de procesos industriales, la obtención de productos y el análisis

s del ciclo de vida.

Dentro del campo del tratamiento de aguas, sus principales líneas de investigación son:

- Evaluación de la toxicidad de compuestos químicos sobre sistemas biológicos de tratamiento de aguas mediante empleo de técnicas respirométricas y/o de citometría de flujo.
- Retención y/o destrucción de microplásticos mediante tratamientos biológicos y/o de oxidación.
- Tratamiento de aguas residuales industriales con características de biodegradabilidad media-baja mediante diversas técnicas de oxidación avanzada, adsorción y/o biodegradación, ya sea de manera independiente o acoplada.
- Valorización química de lodos de depuradora a partir de su hidrolizado, ya sea mediante la recuperación directa de fracciones o utilizando este hidrolizado como medio de fermentación para la bioproducción de metabolitos.

Referencias

<https://www.uniovi.es/TBR/>

P12. Cambiando la visión de las EDAR: de fuente de microplásticos a posible solución

C. Lafita¹, E. Castro¹, D. Aguado², V. Fajardo¹

¹ *Global Omnium, Gran Vía Marqués del Turia, 17, 46005, Valencia, España*

² *CALAGUA-Unidad Mixta UV-UPV, Institut Universitari d'Investigació d'Enginyeria de l'Aigua i Medi Ambient IIAMA, Universitat Politècnica de València, 46100*

Burjassot, España, Departamento, Grupo de Investigación. Ciudad

E-mail del autor para la correspondencia: carlalo@globalomnium.com

Resumen

Los microplásticos (MP) son contaminantes emergentes de preocupación creciente en el ciclo integral del agua, como demuestra su inclusión para su reducción y seguimiento en estaciones depuradoras de aguas residuales en la nueva Propuesta de Directiva sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas (COM(2022) 541 Final) aprobada a finales de 2023.

Las estaciones de depuración de aguas residuales (EDAR) han sido consideradas como fuente emisora de MP al medio en algunos estudios (Browne et al., 2011; Cole et al., 2011), a pesar de contar con eficacias de eliminación entre el 66.1 (Tang et al., 2020) y 98.4% (Murphy et al., 2016; Lares et al., 2018). El objetivo de este trabajo es determinar qué elementos de las EDAR eliminan los MP y su efecto en los fangos producidos.

Se analizaron, durante 10 meses, muestras de entrada y salida de cada uno de los elementos de una EDAR (pretratamiento, decantación primaria y fangos activados) con influente urbano e industrial diferenciado y tratado por separado hasta el proceso de fangos activados. Se determinó concentración y distribución de tamaño de los MP en las muestras de agua y en fango primario, secundario y de deshidratación mecánica, y se calcularon las eficacias de eliminación de cada uno de los elementos en estudio.

Los resultados obtenidos mostraron que la concentración de MP en el influente industrial fue superior que en el urbano, probablemente causado por la industrial textil de la zona y que la decantación primaria es el proceso en el que se produce una mayor eliminación de MP en el agua, tanto en la línea industrial como urbana. Además, se observó que, a pesar de la variación en la concentración de la concentración en la entrada de la EDAR, el efluente se mantuvo en valores estables, mostrando la capacidad de eliminación de los componentes que poseen en la actualidad las EDAR.

Agradecimientos

Estefanía Castro ha sido parcialmente subvencionada por la Agència Valenciana de la Innovació (AVI) y es susceptible de ser cofinanciada por la Unión Europea a través del Programa Operativo del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) de la Comunitat Valenciana 2021-2027 (Exp. INNTA3/2022/1). Los autores agradecen a la Entidad Pública de Saneamiento de Aguas Residuales de la Comunidad Valenciana

(EPSAR) de la Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica, Generalitat Valenciana su colaboración en el presente trabajo.

Referencias

Browne, M.A., Niven, S.J., Galloway, T.S., Rowland, S.J., Thompson, R.C. (2013). Microplastic moves pollutants and additives to worms, reducing functions linked to health and biodiversity. *Current Biology*, 23(23), 2388-2392. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.10.012>.

Cole, M., Lindeque, P, Halsband, C., Galloway, T.S. (2011) Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 62(12), 2588-2597. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>.

Lares, M., Ncibi, M.C., Sillanpää, M. (2018). Occurrence identification and removal of microplastics particles and fibers in conventional activated sludge process and advanced MBR technology. *Water Research*, 133, 236-246. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.01.049>.

Murphy, F., Ewins, C., Carbonnier, F., Quinn, B. (2016). Wastewater treatment works (WwTW) as a source of microplastics in the aquatic environment. *Environmental Science and Technology*, 50(11), 5800-5808. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b05416>.

Parlamento Europeo (2023). Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas (versión refundida). COM(2022) 541 final.

P13. Valorización de bioplásticos mediante codigestión anaerobia con fangos de EDAR

M. Lera¹, A. Ruiz¹, A. Jiménez-Benítez², J. Serralta², N. Martí¹, A. Seco¹

¹ *Universitat de València, Departament d'Enginyeria Química, CALAGUA – Unidad Mixta UV-UPV. Valencia*

² *Universitat Politècnica de Valencia, Institut Universitari d'Investigació d'Enginyeria de l'Aigua i Medi Ambient – IIAMA, CALAGUA – Unidad Mixta UV-UPV. Valencia*
E-mail del autor para la correspondencia: maria.lera@uv.es

Resumen

Los bioplásticos destacan como una alternativa sostenible a los plásticos convencionales, dado que son diseñados para descomponerse al final de su ciclo de vida en función de las condiciones ambientales circundantes, proporcionando una estrategia prometedora frente a la acumulación de los desechos plásticos. Por otra parte, la digestión anaerobia se plantea como una tecnología viable para su valorización, ya que permite la producción de energía (biometano), reduce la huella de carbono y hace realidad la circularidad de estos productos. Por ello, esta investigación se centra en evaluar el efecto de la codigestión de bioplásticos con fangos de una depuradora urbana (EDAR). Para ello, inicialmente se llevaron a cabo una serie de ensayos en discontinuo con el fin de determinar la biodegradabilidad en condiciones mesofílicas de dos tipos de bioplásticos comerciales, PLA y PHB. Aunque ambos son considerados biodegradables, en las condiciones habituales de digestión anaerobia de una EDAR (35°C de temperatura, 20 días de tiempo de retención) el PHB se degradó casi por completo mientras que el PLA no alcanzó más del 10 % de degradación, obteniendo eficacias de eliminación similares a las encontradas en la bibliografía. Posteriormente, se comprobó la viabilidad de la codigestión anaerobia de PHB con fangos de EDAR a escala laboratorio. Para ello, se operaron dos digestores, uno convencional (CSTR) y otro equipado con una membrana de ultrafiltración (AnMBR). Los resultados obtenidos mostraron la completa degradación del PHB aumentando el porcentaje de biometanización en ambos digestores (del 58% al 70% en el AnMBR y del 44 al 72% en el CSTR). El notable incremento observado en el CSTR durante el período de codigestión se atribuye a los cambios en las poblaciones microbianas que potenciaron la digeribilidad del fango.

Agradecimientos

Este trabajo de investigación ha contado con la financiación del proyecto PREVENPLAST (INNEST/2021/168 e INNEST/2021/150).

P14. Análisis cinético de parámetros de calidad del agua durante la oxidación de sulfametoxazol mediante foto-Fenton

U. Duoandicoechea², J.I. Lombrana¹, N. Villota²

¹ Universidad del País Vasco UPV/EHU, Dpto. de Ingeniería Química, IQEMA
Ingeniería Química en Energía y Medio Ambiente. Leioa

ji.lombrana@ehu.eus

² Universidad del País Vasco UPV/EHU, Dpto. de Ingeniería Química y del Medio Ambiente, IQEMA Ingeniería Química en Energía y Medio Ambiente. Vitoria-Gasteiz

Resumen

Durante la oxidación de sulfametoxazol (SMX) se desprende oxígeno como consecuencia del mecanismo radicalario de reacción entre el peróxido de hidrógeno y el hierro, que oxidan la molécula de SMX a intermedios aromáticos que contienen grupos cromóforos causantes de elevado color (varía entre amarillo y marrón) y turbidez en el agua. Una vez generada en el agua la máxima concentración de OD, la concentración de oxígeno comienza a disminuir a medida que se consume el peróxido de hidrógeno en el proceso, hasta alcanzar un valor estable próximo a cero. El agua tratada presenta un fuerte color marrón oscuro y elevada turbidez (12,6 NTU) cuando el tratamiento se lleva a cabo con relaciones de 25 mol SMX:1250 mol H₂O₂:1 mol Fe²⁺. Empleando relaciones superiores a 5 mol SMX:250 mol H₂O₂:1 mol Fe²⁺ se obtienen aguas incoloras y de baja turbidez (<1 NTU).

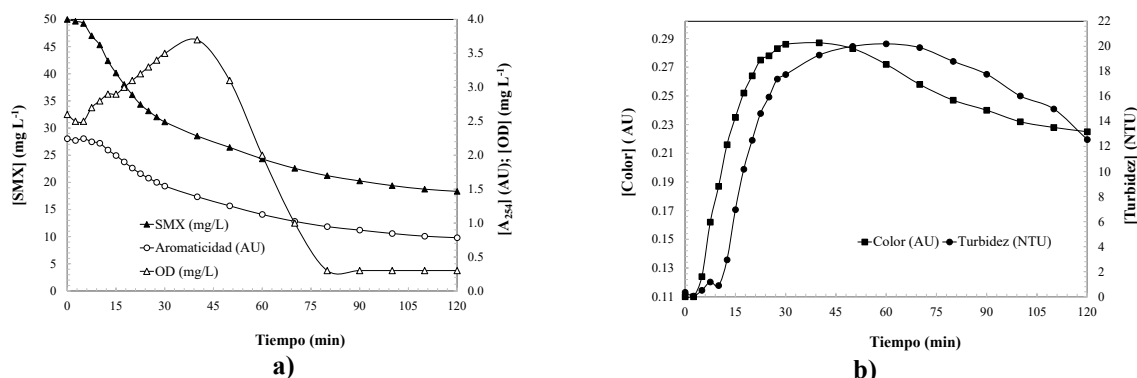


Fig 1 a) Cinéticas de degradación de SMX ([SMX], mg L⁻¹), aromaticidad ([A₂₅₄], UA) y oxígeno disuelto ([OD], mg L⁻¹). **b)** Cambios de color ([Color], UA) y turbidez ([Turbidez], NTU).

Referencias

Villota, N. Jankelevitch, S. Lomas, J.M. (2022) Kinetic modelling of colour and turbidity formation in aqueous solutions of sulphamethoxazole degraded by UV/H₂O₂. *Environmental Technology*. <https://doi.org/10.1080/09593330.2022.2109997>

P15. Modelado cinético de los cambios de color del agua durante la degradación de sulfametoxazol mediante foto-Fenton

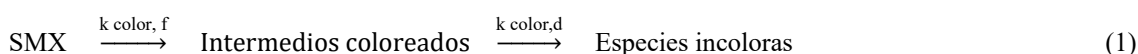
U. Duoandicoechea², N. Villota², J.I. Lombraña¹

¹ Universidad del País Vasco UPV/EHU, Dpto. de Ingeniería Química, IQEMA
Ingeniería Química en Energía y Medio Ambiente. Leioa
ji.lombrana@ehu.eus

² Universidad del País Vasco UPV/EHU, Dpto. de Ingeniería Química y del Medio Ambiente, IQEMA Ingeniería Química en Energía y Medio Ambiente. Vitoria-Gasteiz

Resumen

Se ha propuesto un modelo cinético de reacciones en serie de pseudo-primer orden para predecir los cambios de color del agua durante la oxidación de SMX, donde $k_{\text{color,f}}$ (min^{-1}) es la constante cinética de degradación de SMX hacia la formación de intermedios coloreados, y $k_{\text{color,d}}$ (min^{-1}) es la constante cinética de degradación del color hacia la formación de especies incoloras. Se ha incluido la variable $[\text{Color}]_{\infty}$ (UA) correspondiente al color remanente que perdura en el agua tratada, y un parámetro α que relaciona la concentración de SMX con las unidades de absorbancia de color.



$$\frac{d[\text{Color}]}{dt} = k_{\text{color,f}} [\text{SMX}] - k_{\text{color,d}} ([\text{Color}] - [\text{Color}]_{\infty}) \quad (2)$$

$$[\text{Color}] = [\text{Color}]_{\infty} + \left[\frac{k_{\text{color,f}} [\text{SMX}]_0}{k_{\text{color,d}} - k_{\text{SMX}}} \right] \left[\alpha \exp(-k_{\text{SMX}} t) - \exp(-k_{\text{color,d}} t) \right] \quad (3)$$

$$\alpha = l_{455} / l_{260} \quad (4)$$

$$k_{\text{color,f}} = 0.0049 [\text{Fe(II)}]_0^2 - 0.0017 [\text{Fe(II)}] + 0.007 \quad (r^2=0,9993) \quad (5)$$

$$k_{\text{color,d}} = 0.0431 [\text{Fe(II)}]_0^2 - 0.0322 [\text{Fe(II)}] + 0.085 \quad (r^2=0,9960) \quad (6)$$

$$\alpha = -0.0076 [\text{Fe(II)}]_0^2 + 0.0454 [\text{Fe(II)}] + 0.8937 \quad (r^2=0,9148) \quad (7)$$

$$[\text{Color}]_{\infty} = 0.0055 [\text{Fe(II)}]_0^2 - 0.0412 [\text{Fe(II)}] + 0.1585 \quad (r^2=0,9493) \quad (8)$$

Referencias

Villota, N. Jankelevitch, S. Lomas, J.M. (2022) Kinetic modelling of colour and turbidity formation in aqueous solutions of sulphamethoxazole degraded by UV/H₂O₂. *Environmental Technology*. <https://doi.org/10.1080/09593330.2022.2109997>

P16. Estudio de sustancias per- y polifluoroalquiladas (PFAS) en aguas

M. P. Mayor^{1,2}, N. Díaz-Alejo¹, N. Boluda², M.D. Saquete²

¹ *Laboratorio de Salud Pública de Alicante. Dirección General de Salud Pública.
Consellería de Sanidad y Salud Pública.*

² *Universidad de Alicante. Instituto Universitario de Ingeniería de Procesos Químicos.
Equilibrio entre fases. Alicante
E-mail: mayor_pil@gva.es*

Resumen

Las sustancias PFAS, consideradas hasta hace poco contaminantes emergentes han sido recientemente incluidas en el Real Decreto 3/2023 sobre los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo. Se han utilizado durante más de 50 años en gran número de aplicaciones (Gaines, 2023; Domingo y Nadal, 2019) siendo el agua de consumo humano la segunda fuente de ingesta de PFAS. En España se han analizado las aguas potables antes de su tratamiento, detectándose 5 PFAS distintos en la mayoría de las muestras. Después de su tratamiento se detectan 4 de ellos en concentraciones ligeramente inferiores, aunque en todos los casos menores al límite legal establecido. En agua de río se detecta al menos 1 PFAS en todas las muestras analizadas con concentraciones superiores a las de aguas de consumo humano (Campo y col. 2015). En cualquier caso, los niveles son equiparables a los obtenidos en países europeos y en Estados Unidos y, aunque sí que suponen una ingesta diaria de PFAS, no supondrían un problema para la salud según la legislación. En un futuro, sería interesante ampliar estos estudios y actualizar los datos para así conocer el nivel de PFAS en aguas de la provincia de Alicante, así como la prevención de su posible contaminación debida a los sistemas de conducción, depósitos o filtros utilizados durante todo el proceso de distribución y almacenamiento del agua.

Referencias

Campo, J., Pérez, F., Masiá, A., Picó, Y., Farré, M.I., & Barceló, D. (2015). Perfluoroalkyl substance contamination of the Llobregat River ecosystem (Mediterranean area, NE Spain). *Sci Total Environ*, 503-504, 48–57. [doi:10.1016/j.scitotenv.2014.05.094](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.05.094)

Domingo, J. L., & Nadal, M. (2019). Human exposure to per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) through drinking water: A review of the recent scientific literature. *Environmental research*, 177, 108648. [doi:10.1016/j.envres.2019.108648](https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108648)

Gaines L. G. T. (2023). Historical and current usage of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS): A literature review. *American journal of industrial medicine*, 66(5), 353–378. [doi:10.1002/ajim.23362](https://doi.org/10.1002/ajim.23362)

P17. Eliminación de contaminantes emergentes en aguas de depuradora mediante foto-Fenton solar con diferentes fuentes de hierro

I. Garrido¹, C.M. Martínez¹, M. Aliste², F. Contreras¹, P. Flores¹, P. Hellín¹, J. Fenoll¹

¹ *Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Medioambiental (IMIDA), C/Mayor, s/n, La Alberca, 30150, Murcia.*

² *CEBAS-CSIC, Campus Universitario 3A. 30100. Espinardo, Murcia.*

E-mail: isabel.garrido3@carm.es

Resumen

Las estaciones de depuración de aguas residuales (EDAR) convencionales no están diseñadas para eliminar contaminantes emergentes (CEs) presentes en sus efluentes. Por tanto, resulta necesario desarrollar nuevos tratamientos que permitan eliminar residuos de estos CEs en las aguas residuales. El proceso foto-Fenton ha destacado por su efectividad y sencillez a la hora de eliminar CEs en aguas (1). Sin embargo, el pH óptimo para este proceso es 2.8, lo que provoca principalmente un incremento en los costes. Esta desventaja ha despertado el interés por llevar a cabo la reacción a pH neutro mediante el uso de agentes complejantes de hierro, como ácido etilendiamino-N,N'-disuccínico (EDDS) y el ácido nitrilotriacético (NTA) (2). El objetivo de este trabajo fue comparar la efectividad de diferentes fuentes de hierro (FeSO_4 , Fe^{3+} -EDDS y Fe^{3+} -NTA) a la hora de eliminar 10 CEs (100 ng mL^{-1} para cada compuesto) presentes en un efluente de depuradora mediante radiación solar. Las concentraciones de los reactivos empleados fueron seleccionadas a partir de datos obtenidos por otros autores (2). Los resultados muestran que cuando se usa FeSO_4 , un porcentaje de degradación medio de los CEs presentes en el agua del 57% se consigue durante el fotoperiodo (360 min). Sin embargo, el uso de EDDS y NTA apenas consigue reducir los niveles residuales de los CEs más recalcitrantes. Esto puede ser explicado por la alta carga contaminante del agua empleada. Por tanto, un estudio previo para optimizar las concentraciones de los reactivos empleados parece ser necesario para cada efluente.

Agradecimientos

Este estudio forma parte del Programa AGROALNEXT que ha sido financiado por MCIN con fondos NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y por la Fundación Séneca con fondos de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (CARM).

Referencias

- (1) Prieto-Rodríguez, L., Spasiano, D., Oller, I., Fernández-Calderero, I., Agüera, A., Malato, S. (2013) *Catal. Today*. 209 188-194. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2013.01.002>.
- (2) Soriano-Molina, P., De la Olla, I., Miralles-Cuevas, S., Gualda-Alonso, E., Casas Lopez, J.L., Sanchez Perez, J.A. (2021) *J. Water Process. Eng.* 42 102109. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.102109>.

P18. Aplicación de proceso foto-Fenton solar para eliminar residuos de venlafaxina en aguas de depuradora

I. Garrido¹, C.M. Martínez¹, M. Aliste², F. Contreras¹, P. Flores¹, P. Hellín¹, J. Fenoll¹

¹ *Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Medioambiental (IMIDA), C/Mayor, s/n, La Alberca, 30150, Murcia.*

² *CEBAS-CSIC, Campus Universitario 3A. 30100. Espinardo, Murcia.*

E-mail: isabel.garrido3@carm.es

Resumen

La venlafaxina es un medicamento empleado en el tratamiento de la depresión y trastornos de ansiedad generalizada. Desde el año 2020 está incluida en las Listas de Observación de la UE debido al riesgo potencial de incorporación al medio acuático a través de efluentes de estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), o de su propagación desde este a otros compartimentos ambientales. Los tratamientos tradicionalmente aplicados en las EDAR han demostrado ser ineficaces en su eliminación, por tanto, es de vital importancia el desarrollo/mejora de nuevos métodos de tratamiento. Los procesos avanzados de oxidación han sido propuestos para la degradación de contaminantes orgánicos en aguas. Entre ellos, el proceso Foto-Fenton es uno de los más destacables por su gran efectividad. Sin embargo, la fuerte dependencia de esta técnica a condiciones ácidas (pH~3) limita sensiblemente sus aplicaciones prácticas por el encarecimiento del proceso (1). El empleo de agentes complejantes de hierro (NTA: ácido nitrilo acético o EDDS: ácido etilendiamino-N,N'-disuccínico), es una interesante estrategia para minimizar costes, ya que permite que la reacción transcurra en medio neutro, así como el aprovechamiento de una fuente de energía limpia, barata e inagotable como es la radiación solar (2). En este trabajo hemos estudiado la eficiencia de Fe³⁺-EDDS y Fe³⁺-NTA en la eliminación de venlafaxina (200 ng mL⁻¹) en un agua residual mediante luz solar. Los resultados muestran una mayor velocidad de reacción del Fe³⁺-EDDS, lo que puede atribuirse a la mayor formación de radicales hidroxilo y menor efecto matriz del agua empleada.

Agradecimientos

Este estudio forma parte del Programa AGROALNEXT, financiado por MCIN con fondos NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y por la Fundación Séneca con fondos de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (CARM).

Referencias

(1) Oturan M.A., Aaron J.J. (2014) *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 44 (23), 2577-2641, <https://doi.org/10.1080/10643389.2013.829765>.

(2) Zhang Y., Zhou M. (2006) *J. Hazard. Mater.* 362, 436-450, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2018.09.035>.

P19. Optimisation of TN and OMPs removal during the treatment of segregated urban wastewater

M. Rivadulla, S. Suárez, J.M. Garrido, F. Omil

CRETUS, Department of Chemical Engineering, Universidade de Santiago de Compostela, 15782 Santiago de Compostela, Galicia, Spain; matias.cora@usc.es

Abstract

Segregated wastewater treatment has been marked as a promising alternative to be applied to small communities (Arias et al., 2020). Innovative technologies, such as membrane or hybrid biomass systems, allow a compact design of the treatment plants, a target for decentralised schemes (Capodaglio et al., 2017). In this work, two different membrane bioreactors were tested to remove macro pollutants and organic micropollutants (OMPs) from two segregated wastewater streams.

Black waters (BW) coming from toilets, and grey waters (GW) coming from sinks in a three office buildings facility were segregated in origin. Two technologies were selected: a 3.4 m³ anaerobic membrane bioreactor (AnMBR) and a 47.5 L hybrid anoxic/aerobic membrane bioreactor (H-MBR), fully described by Rivadulla et al. (2024). Conventional parameters such as COD, TN, etc. were monitored twice a week. OMPs were determined according to Gros et al. (2013).

The operation of the system was divided in three different periods: Period I: BW and GW treated separately in AnMBR and H-MBR, respectively; Period II, treatment train: AnMBR permeate fed to H-MBR with GW in different proportions (Period IIa, GW to AnMBR_{perm} ratio 3:1; Period IIb, 1:3); and Period III, still being carried out: powered activated carbon (PAC) was added to the H-MBR to enhance the removal of recalcitrant OMPs.

AnMBR removed >85% of the influent COD from BW during the whole operation. In Period I, the H-MBR faced a challenging operation: the influent COD and TN were very low, 147±43 mg L⁻¹ and 4.1±1.1 mg L⁻¹ respectively. The strategy of treatment train allowed a stable removal rate of TN: from 84.6±22.0 mg N L_{feed}⁻¹ d⁻¹ during Period IIa to a remarkable 239.6±38.5 mg N L_{feed}⁻¹ d⁻¹ during Period IIb. Regarding OMPs, the combination of the redox environments (treatment train) allowed the system to remove efficiently some compounds, especially ibuprofen in H-MBR: 94.2±0.3 % removal, from a high initial concentration in BW of 20.1±0.7 µg L⁻¹.

Acknowledgements

This research was supported by the Spanish State Research Agency (EEA) through ANTARES (PID2019-110346RB-C21) and PRESAGE (PCI2021-121990) projects.

Referencias

Arias, A., Feijoo, G., Moreira, M.T., 2020. Environmental profile of decentralized wastewater treatment strategies based on membrane technologies. *Curr. Dev.*

Biotechnol. Bioeng. Adv. Membr. Sep. Process. Sustain. Water Wastewater Manag. - Case Stud. Sustain. Anal. 259–287. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819854-4.00011-3>

Capodaglio, A.G., Callegari, A., Ceconet, D., Molognoni, D., 2017. Sustainability of decentralized wastewater treatment technologies. *Water Pract. Technol.* 12, 463–477. <https://doi.org/10.2166/wpt.2017.055>

Gros, M., Rodríguez-Mozaz, S., Barceló, D., 2013. Rapid analysis of multiclass antibiotic residues and some of their metabolites in hospital, urban wastewater and river water by ultra-high-performance liquid chromatography coupled to quadrupole-linear ion trap tandem mass spectrometry. *J. Chromatogr. A* 1292, 173–188. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2012.12.072>

Rivadulla, M., Lois, M., Elena, A.X., Balboa, S., Suarez, S., Berendonk, T.U., Romalde, J.L., Garrido, J.M., Omil, F., 2024. Occurrence and fate of CECs (OMPs, ARGs and pathogens) during decentralised treatment of black water and grey water. *Sci. Total Environ.* 915, 169863. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169863>

P20. Modelado de parámetros críticos en la síntesis de biocarbón de residuos vitivinícolas como material adsorbente de microcontaminantes

P. Llopart, E. Autó, B. Bayarri, C. Sans

Universitat de Barcelona, Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Grupo de Ingeniería de Procesos de Oxidación Avanzada (EPOA).

C/Martí i Franquès 1, 08028, Barcelona, España.

Autor de correspondencia: pere.llopart@ub.edu

Resumen

La viticultura es una actividad económica clave en Europa, generando solo en España aproximadamente 2 millones de toneladas anuales de residuos de poda de viña, habitualmente quemados en el propio campo pese a sus potenciales aplicaciones sostenibles. Por ello, este estudio propone la valorización de los sarmientos en biocarbón activado físicamente con CO₂, utilizando el diseño experimental como metodología para optimizar el rendimiento de síntesis y su capacidad de adsorción de tres microcontaminantes (MCs) presentes en aguas residuales: Acetamiprid (ACE), Metalaxyl (MET) y Penconazol (PEN). Mediante un diseño de Plackett-Burman, se evaluó el peso de diferentes variables habitualmente menos estudiadas, como son la cantidad inicial de biomasa tratada (7 o 14 g) y su tamaño de partícula (125 o 250 μm), el caudal del gas de pirólisis (2 o 6 L min⁻¹) y su composición (99.99% N₂ o 95:5 N₂:H₂) y el caudal del gas de activación (2 o 6 L min⁻¹). Así, se observó que la única variable de peso estudiada es la cantidad inicial de biomasa tratada ($p < 0.001$). Mediante un Diseño Central Compuesto Centrado en las Caras, se desarrolló un modelo que demuestra cómo el rendimiento de síntesis depende de la temperatura y el tiempo de pirólisis y activación, alcanzando un R² ajustado de 0.99. Además, las condiciones de activación resultan determinantes para la capacidad de adsorción final del biocarbón, mostrando una interacción significativa entre las variables, donde 850 °C y 30 minutos de activación resultaron en un material con 740.36 m² g⁻¹ de área superficial y una capacidad de adsorción por gramo de biocarbón de 171.7 mg de ACE, 91.9 mg de MET y 209.5 mg de PEN. Dichos resultados resaltan el potencial de los sarmientos como fuente de biomasa para la producción de biocarbon activado en la eliminación de microcontaminantes.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Ministerio de Ciencia e Innovación (proyectos PID2020–112674RBI00, TED2021–131569B-I00, MINECO/FEDER, UE) por los fondos recibidos para llevar a cabo este trabajo.

P21. Eliminación de microcontaminantes mediante un sistema

Peroximonosulfato/Zn-MIL53(Fe)

D. Terrón¹, J.P. Holgado-Vázquez², A. Giráldez¹, E. Rosales¹, M.A. Sanromán¹, M. Pazos¹

¹CINTECX, Universidade de Vigo, BIOSUV, Departamento de Ingeniería Química, Campus As Lagoas-Marcosende, 36310 Vigo, España.

²Instituto de Ciencia de los Materiales, Universidad de Sevilla, CSIC. Av. América Vespucio, 41092 Sevilla, España
daniel.terron@uvigo.gal

Resumen

Los *Metal-Organic Framework* (MOF) están siendo analizados como catalizadores heterogéneos en procesos de oxidación avanzada dada sus capacidades catalíticas, además de su estabilidad respecto a catalizadores homogéneos convencionales (Fdez-Sanromán, A. et al., 2022). En esta comunicación se presenta la exitosa síntesis de un nuevo MOF bimetálico, Zn-MIL53(Fe), basado en MIL53(Fe). La caracterización físico-química revela la formación de enlaces entre el ligando y los iones metálicos y una alta cristalinidad. La capacidad catalítica fue evaluada en la eliminación de Rodamina B (RhB) exhibiendo un rendimiento superior para el catalizador bimetálico en comparación con el MIL53(Fe). Asimismo, Zn-MIL53(Fe) demostró mayor capacidad para generar radical sulfato activando el peroximonosulfato (PMS). Se determinaron las condiciones óptimas para la degradación de RhB utilizando la metodología de superficie de respuesta. En dichas condiciones, se obtuvieron resultados favorables para otro tipo de microcontaminantes (fármacos), así el sistema de PMS/Zn-MIL53(Fe) facilitó la degradación de RhB, Fluoxetina y Sulfametoxazol en un 93%, 99% y 75%, respectivamente. Además, se verificó la estabilidad del Zn-MIL53(Fe) mediante su utilización en varios ciclos comprobándose que permanece estructural y catalíticamente intacto.

Todo lo anterior demuestra su gran potencial y mejora respecto a otros catalizadores reportados en literatura y lo presenta como una nueva opción, duradera y eficaz para su utilización para la generación de radical sulfato activando PMS en la eliminación de diversos microcontaminantes.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero de esta investigación que ha sido financiada por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 Proyecto PID2020-113667GB-I00 y Xunta de Galicia, y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (ED431C 2021-43); también agradecen al CSIC-US y al Dr. J.P. Holgado-Vázquez por la contribución de los análisis XPS y BET.

Referencias

Fdez-Sanromán, A., Pazos, M., Sanroman, A. 2022. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19 (11), art. no. 6852.

P22. Composites de hidrochar-quitosano autosoportados en estructuras impresas en 3D como adsorbentes para eliminación de contaminantes

S. Fernández-Davila, M. Rúa-Pereira, M.A. Sanromán, E. Rosales

CINTECX, Universidade de Vigo, BIOSUV, Departamento de Ingeniería Química, Campus As Lagoas-Marcosende, 36310 Vigo, España.

E-mail del autor para la correspondencia: mario.rua@uvigo.gal

Resumen

Los tratamientos de adsorción son una alternativa efectiva y económicamente viable para la retención de contaminantes. Dentro de esta tecnología, la obtención de nuevos adsorbentes y de sistemas de fijación de los mismos, que permitan su uso en sistemas de flujo y/o facilitar su recuperación/reutilización demandan una creciente atención.

El objetivo de este trabajo es la producción de un composite autosoportado mediante la combinación de un adsorbente, ya sea carbón activo o un hidrochar, en una tinta aplicada sobre estructuras de malla impresas en 3D. Para ello, se probaron diferentes tintas basadas en quitosano (Far et al, 2022) y PVDF (Poza-Nogueiras et al., 2022) y se estudió su fijación en diferentes estructuras de malla impresas en 3D mediante diferentes parámetros como composición de la tinta, la temperatura, entre otros. Los resultados más destacados se obtuvieron con las tintas basadas en quitosano, que demostraron una gran capacidad de fijación y una mayor estabilidad a lo largo del tiempo. La capacidad de adsorción de los composites desarrollados se evaluó utilizando un colorante modelo, la rodamina B. La eficacia de eliminación del colorante alcanzó niveles comparables a los del adsorbente base sin inmovilizar. El sistema siguió una cinética de pseudo-primer orden con valores de eliminación del 100%. El uso de los compuestos soportados en las estructuras de malla reveló un buen rendimiento del sistema de adsorción, alcanzando elevados niveles de adsorción y la mostrando un gran potencial para su aplicación en sistemas de flujo.

Agradecimientos

Proyecto TED2021-129590A-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y European Union Next Generation EU/PRTR y proyecto ED431C 2021-43 financiado por la Xunta de Galicia y los Fondos Europeos de Desarrollo Regional.

Referencias

Far, H.S., Najafi, M., Hasanzadeh, M., Rabbani, M. (2022). Self-Supported 3D-Printed Lattices Containing MXene/Metal-Organic Framework (MXOF) Composite as an Efficient Adsorbent for Wastewater Treatment. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 14, 39, 44488-44497. DOI: 10.1021/acsami.2c13830

Poza-Nogueiras, V., Gomis-Berenguer, A., Pazos, M., Sanroman, A., Ania, C.O. (2022). Exploring the use of carbon materials as cathodes in electrochemical advanced oxidation processes for the degradation of antibiotics. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 10, 3, 107506. DOI: 10.1016/j.jece.2022.107506

P23. Optimización y control basado en sensores virtuales del proceso foto-Fenton solar para la eliminación de microcontaminantes

D. Rodríguez-García¹, N. López-Serrano¹, J.L. García Sánchez¹, J.L. Guzmán²,
J.L. Casas López¹, J.A. Sánchez Pérez¹

¹ Universidad de Almería, Dpto. Ingeniería Química, CIESOL, Almería, España

² Universidad de Almería, Dpto. Informática, CIESOL, Almería, España
drg975@ual.es

Resumen

Este trabajo presenta un enfoque de optimización del proceso foto-Fenton solar a pH ácido operado en flujo continuo y modo automático, orientado hacia la eliminación de microcontaminantes (MC) contenidos en efluentes secundarios de EDAR. Para ello, se ha desarrollado una herramienta de decisión que permite seleccionar las consignas de control (eliminación de microcontaminantes y concentración de H₂O₂ residual) y la configuración óptima de la planta (profundidad de líquido y TRH) en base a diferentes criterios tecno-económicos y especificaciones técnicas, partiendo de un trabajo previo en el que se diseñó y evaluó el sistema de control [1]. El optimizador se ha diseñado utilizando un gran estudio en simulación del proceso, en el cual se han analizado todos los posibles escenarios de operación de una planta de foto-Fenton solar. Cabe destacar que la optimización del proceso se ha estudiado para diferentes objetivos de tratamiento (Ej.: maximización de la capacidad de tratamiento de agua, minimización del coste de operación y/o maximización de la eficiencia del tratamiento). Además, se ha analizado la combinación de más de un criterio de optimización ponderando su efecto sobre la función objetivo, obteniéndose el correspondiente diagrama de Pareto.

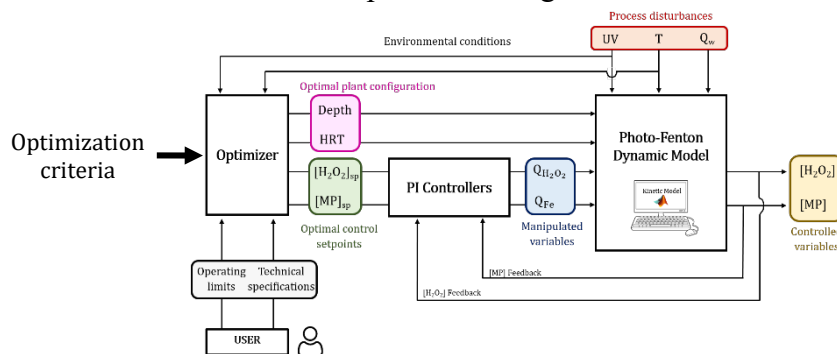


Fig. 1. Esquema de control y optimización.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por los siguientes proyectos: Proyecto INTEGRASOL financiado por MCIN, AEI & "NextGenerationEU"/PRTR (TED2021-130458B-I00), proyecto LIFE ULISES financiado por la UE (nº LIFE18ENV/ES/000165) y Proyecto LIFE PHOENIX financiado por la UE (No. LIFE19ENV/ES/000278). D. Rodríguez-García agradece al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades por su contrato de investigación predoctoral FPU (FPU22/01465).

Referencias

[1] Rodríguez-García, D., Soriano-Molina, P., Guzmán, J.L., García Sánchez, J.L., and Sánchez Pérez, J.A. (2023). A novel control system approach to enhance the efficiency of solar photo-Fenton microcontaminant removal in continuous flow raceway pond reactors. *Chemical Engineering Journal*. 455 140760. doi: 10.1016/j.cej.2022.140760.

P24. Eliminación de fármacos presentes en aguas utilizando piel de plátano

V. Poza-Nogueiras, A. Giráldez, A.M. Díez, M. Pazos, M.A. Sanromán
CINTECX, Universidade de Vigo, BIOSUV, Departamento de Ingeniería Química,
Campus as Lagoas-Marcosende. 36310 Vigo, España
vpoza@uvigo.gal

Resumen

Los fármacos son contaminantes emergentes ampliamente detectados en ambientes acuáticos, debido a su eliminación ineficiente mediante tratamientos convencionales. Por ello, es necesario buscar tratamientos alternativos eficaces. En este contexto, la valorización de residuos ofrece una opción interesante, desde el punto de vista de la economía circular (Escudero-Curiel et al., 2021). Así, en este estudio, se analizó el uso de diferentes residuos alimentarios (cáscara de castaña, posos de café, salvado de arroz, piel de patata y piel de plátano) como precursores de adsorbentes para la eliminación de tres fármacos: carbamazepina, prednisolona y antipirina. Para ello, estos residuos fueron transformados mediante tratamiento térmico en *hidrochar* y *biochar*, y caracterizados mediante análisis elemental, punto de carga cero y espectroscopía de infrarrojos por transformada de Fourier. Todos los ensayos realizados indicaron que el *biochar* de piel de plátano es el mejor adsorbente, obteniendo valores superiores a los detectados con el uso del *hidrochar* utilizando el mismo residuo para su síntesis. Tras esta evaluación inicial, se continuó el estudio analizando el comportamiento cinético y las isothermas de equilibrio de este adsorbente, en tratamientos de adsorción de cada fármaco por separado y en tratamientos multicomponente. Se observó que, al trabajar con aguas multicomponente, la eliminación alcanzada de los fármacos mediante adsorción se redujo, llegando tras 2 h a solo el 20% aproximadamente para la prednisolona y antipirina y al 30% para la carbamazepina. Por tanto, para mejorar estos resultados se realizó un tratamiento combinado de adsorción y electroquímico, alcanzando un 80% de eliminación del conjunto de los tres fármacos en un proceso multicomponente en 2 h, demostrando el potencial de usar *biochar* de piel de plátano en dicho tratamiento híbrido.

Agradecimientos

Investigación realizada a través de los proyectos PCI2022-132941 y PDC2021-121394-I00 financiados por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y European Union Next Generation EU/PRTR, PID2020-113667GB-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033, y Xunta de Galicia (GRC-ED431C 2021/43). Se agradece a la Xunta de Galicia la financiación postdoctoral de V. Poza-Nogueiras (ED481B-2022-077) y A.M. Díez (ED481D-2023/015).

Referencias

Escudero-Curiel, S., Acevedo-García, V., Sanromán, M.A., Pazos, M. (2021). *Electrochimica Acta*. 389, 138694. DOI: 10.1016/j.electacta.2021.138694.

P25. Síntesis de aguas modelo conteniendo micro y nanoplásticos

I. García¹, J. F. Reyes², G. Gutiérrez¹, M. Matos¹,
F. García², S. Luque¹

¹Universidad de Oviedo, Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente, Oviedo.

²Universidad de Oviedo, Departamento de Química Orgánica e Inorgánica, Oviedo.
garciafirene@uniovi.es

Resumen

La lenta biodegradabilidad del plástico acumulado en la naturaleza da lugar a la formación de micro y nanoplásticos que suponen un gran problema ya que no son fácilmente detectables y aislables del medio. Además, tienen efectos negativos en los organismos debido a que pueden atravesar las barreras biológicas (1). Por lo tanto, se busca la síntesis de estas partículas en laboratorio para facilitar su estudio.

En la presente investigación, se propone un método alternativo para la generación de micro y nanoplásticos a partir de macropásticos. Este se basa en la mecanoquímica, un método respetuoso con el medio ambiente, altamente eficiente y aplicado en diversos campos como la síntesis orgánica (2). Se degradaron físicamente cinco de los plásticos más comunes: PET, PP, PVC, HDPE y LDPE. Para ello se empleó un molino de bolas con movimiento horizontal oscilatorio (3), optimizando el tiempo de molienda para cada tipo en concreto. El tamaño medio de partícula fue del orden de 10 nm para todos los plásticos y de 270 nm para el PVC. Adicionalmente, se estudió la degradación fisicoquímica del plástico mediante su puesta en contacto con agua y disolventes a temperaturas medias/altas, facilitando la fragmentación de la cadena polimérica (4). Se obtuvieron mayores concentraciones medias para los plásticos de la familia del polietileno que para los restantes. Finalmente, se propuso un método de eliminación de estas partículas del agua basado en su aglomeración mediante la adición de compuestos hidrofóbicos (5) como diferentes tipos de quitosano, tensioactivos con bajo *Hydrophilic-Lipophilic Balance* (HLB) y aceites de origen natural. Todas las muestras se caracterizaron mediante microscopía electrónica, termogravimetría y técnicas de difracción láser.

Referencias

1. Lim, X.Z. (2021). Microplastics are everywhere - but are they harmful? *Nature*, 593(7857), 22-25. DOI: 10.1038/d41586-021-01143-3.
2. Fernández, J. y García, F. (2023). Tinkering with Mechanochemical Tools for Scale Up. *Angew Chem Int Ed.* 62(44):e202300819. DOI: 10.1002/anie.202300819.
3. El Hadri, H. et al. (2020). Nanoplastic from mechanically degraded primary and secondary microplastics for environmental assessments. *Nanoplastic* 17(100206). DOI: 10.1016/j.impact.2019.100206.
4. Giogiang, L. et al (2022). Disposable plastic materials release microplastics and harmful substances in hot water. *Sci Total Environ.* 818(151685). DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.151685.
5. Keerthana, D. et al (2022). Removal of nanoplastics in water treatment processes: A review. *Sci Total Environ.* 845(157-168). DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.157168.

P26. Evaluación de la eliminación de contaminantes emergentes durante el tratamiento de aguas residuales de sistemas de tratamiento individual

A. Ferreiro, J. M. Garrido, F. Omil

Universidade de Santiago de Compostela, Cretus-Grupo de Biotecnología Ambiental, Departamento de Ingeniería Química y Ambiental. Santiago de Compostela. Correo-e del autor para la correspondencia: adrianferreiro.salgado@usc.es

Resumen

El proyecto ARES tiene como objetivo abordar los contaminantes de preocupación emergente (CECs) en el tratamiento de aguas residuales concentradas, provenientes de sistemas de tratamiento individuales como fosas sépticas y tanques de almacenamiento. Señalar que a pesar de que un 11% de la población europea y un 18% para el caso de Galicia no está conectada a sistemas de alcantarillado, apenas se dispone de información sobre la presencia de estos CECs en aguas residuales y lodos generados en los sistemas de tratamiento individual utilizados y mucho menos de su eliminación o destino durante la aplicación de diversas tecnologías de depuración.

Se propone un enfoque original que evalúa la eliminación de microcontaminantes orgánicos, patógenos y microorganismos resistentes a antibióticos desde etapas de pretratamiento hasta alternativas de tratamientos cuaternarios. El sistema de tratamiento innovador propuesto se centra en el tratamiento de corrientes de aguas de tanques de almacenamiento y se llevará a cabo a escala de laboratorio. Consiste en un reactor anaerobio metanogénico conectado en serie a un bioproceso de eliminación autotrófica de nitrógeno PN/A, en la que se emplea también el metano disuelto como fuente de carbono de la desnitrificación, tratando el efluente del sistema con una membrana de filtración terciaria. Posteriormente, se evaluará un post-tratamiento cuaternario utilizando nanopartículas magnéticas como catalizadores.

El proyecto cubre 15 meses de trabajo, divididos en la instalación del sistema experimental, estudio del efecto de las condiciones redox y la conformación de la biomasa del biorreactor anaerobio, así como el efecto en el proceso PN/A y el estudio del efecto de la membrana de filtración y el uso de carbón activo como adsorbente. Una vez se alcancen las condiciones de operación óptimas en el sistema a escala de laboratorio, se aplicará el sistema a escala piloto.

Agradecimientos

Los autores de este estudio agradecen la financiación recibida de la Agencia Estatal de Investigación, Ministerio de Ciencia e Innovación, a través del proyecto ARES, referencia PID2022-141203OB-I00, proyecto financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE.

P27. Effect of filtration and recirculation flow rates on the electrochemical behavior of a Sb-SnO₂ ceramic electrode applied to the removal of emerging contaminants by electrofiltration

G. Carvalho-Rosa¹, V. Pérez-Herranz¹, S. Mestre², JJ. Giner-Sanz¹

¹*Universitat Politècnica de València, IEC Group, ISIRYM, València, Spain.*

²*University Institute of Ceramic Technology. Universitat Jaume I. Castellón. Spain*
E-mail del autor para la correspondencia: gcarros1@upvnet.upv.es

Abstract

In recent years, several electrode types have undergone scrutiny for electrocatalytic oxidation of organic pollutants. Metal oxide electrodes, particularly Sb-doped SnO₂ electrodes, demonstrate high yield for organic compound oxidation, generating active hydroxyl radicals for the mineralization of refractory organic contaminants. Ceramic Sb-doped SnO₂ electrodes showcase high chemical stability and active areas because of their porous structure. To take advantage of the high active area of microporous electrodes, the electrolyte can be forced to flow through the electrode structure in a so-called electrofiltration (EF) process [1]. In this work, the effect of filtration and recirculation flow rates have been studied in the 2 electrodes cell configuration by voltammetry and Electrochemical Impedance Spectroscopy in 0.1M Na₂SO₄, through an EF process at different inlet and suction flow rates. For a given suction flow rate, an increase in the inlet flow rate, leads to lower Open Circuit Potentials (OCPs). Furthermore, greater aspiration flow rates yield even lower OCPs. This behavior is explained by the fact that the specific surface area of these electrodes increases significantly when the electrolyte passes through the electrode in the filtration mode. This contributes to a higher generation of •OH and to an increase in the removal of pollutants with the filtration flow rate.

Acknowledgements

This study forms part of the ThinkInAzul programme and was supported by MCIN with funding from European Union NextGenerationEU (PRTR-C17. I1) and by Generalitat Valenciana (GVA-THINKINAZUL/2021/013). G.Carvalho-Rosa thanks the Generalitat Valenciana for their support through a Santiago Grisolia fellowship (CIGRIS/2021/037).

References

[1] M.C. Martí-Calatayud, E. Dionís, S. Mestre, V. Perez-Herranz. (2022). Antimony-doped tin dioxide ceramics used as standalone membrane electrodes in electrofiltration reactors enhance the oxidation of organic micropollutants. *Journal of Cleaner Production* 363 (2022) 132342.

P28. Eliminación de contaminantes citotóxicos utilizando catalizadores derivados de lodos de depuradora

D. Huber-Benito¹, M. Martín-Martínez, M. Larriba, V.I. Águeda, J. García

Catalysis and Separation Processes Group (CyPS), Chemical Engineering and Materials Department, Faculty of Chemistry, Complutense University of Madrid, Avda. Complutense s/n, 28040 Madrid, Spain.

dihuber@ucm.es

Resumen

Las técnicas tradicionales de gestión de los lodos de depuradora, como la incineración, el compostaje o la deposición en vertedero, están perdiendo importancia debido a la presencia de patógenos, metales pesados y otros contaminantes ^[1], por lo que es crucial desarrollar nuevas tecnologías económicamente viables y sostenibles. Una forma de utilizar estos residuos es la fabricación de carbones derivados de lodos (SDC). Estos materiales son versátiles debido al efecto de distintos grupos funcionales superficiales, la existencia de estructuras micro y mesoporosas, así como la presencia de iones metálicos en las cenizas del material ^[2]. Debido a la presencia de nutrientes (N y P), metales (Ni, Zn, Mg, Ca, Ti, Cu, Fe y Al), O, Si, S y C, los SDC pueden emplearse como catalizadores en procesos avanzados de oxidación para facilitar la generación de radicales sulfato, superóxido e hidroxilo. Así, los SDC se han utilizado en algunos sistemas catalíticos para la degradación de bisfenol A promovida por la descomposición de persulfato, la degradación de m-cresol por oxidación húmeda catalítica de peróxido (CWPO) e incluso la degradación de 2-Naphtol con persulfato.

En este estudio, un catalizador sintetizado mediante pirólisis se ha utilizado para la eliminación de contaminantes emergentes (Metotrexato y Ácido Micofenólico) presentes en aguas hospitalarias, compuestos muy preocupantes por sus características mutagénicas y su peligrosidad para el medio ambiente. Para unas condiciones de operaciones de 100 °C, 15 bares, y dosis de catalizador de 0.3 g·L⁻¹, se ha conseguido una conversión del 96% para el Ácido micofenólico y 99.7% para el metotrexato a 2 horas del proceso. También se han analizado la influencia de distintas matrices, así como la influencia de distintas variables de operación en la reducción del carbono orgánico total (TOC).

Agradecimientos

Este trabajo ha sido apoyado por el MICINN a través del proyecto CATAD3.0 PID2020-116478RB-I00. Además, los autores agradecen la financiación de la Comunidad de Madrid (España), a través de la Red REMTAVARES (S2018/EMT-4341).

Referencias

- [1] Feng, L. (2015). Dilemma of sewage sludge treatment and disposal in China. *Environ. Sci. Technol*, 49(8). 4781–4782: <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b01455>
- [2] Li Yua, Yunkang Liu, Huangzhao Wei. (2020). A review: preparation of sludge derived carbons and their performance in wastewater treatment. *Desalination and Water Treatment* 202. 169–182. doi: 10.5004/dwt.2020.26146

P29. Evaluación preliminar de la presencia y distribución de microplásticos en un reactor anaerobio de flujo ascendente

A. Afonso², E. Ferrera¹, I. Ruigómez¹, J. Hernández-Borges², L. Vera¹

¹ *Universidad de La Laguna, Departamento de Ingeniería Química y Tecnología Farmacéutica, Grupo de Investigación de Tratamiento y reutilización de aguas (TyRA). San Cristóbal de La Laguna*

² *Universidad de La Laguna, Departamento de Química Analítica, Grupo de Investigación Applied Analytical Chemistry (AChem). San Cristóbal de La Laguna*
E-mail del autor para la correspondencia: luvera@ull.edu.es

Resumen

Los micro y nanoplásticos (MNP) presentes en el medio ambiente constituyen una cuestión de preocupación emergente dado su significativo nivel de diseminación en los distintos ecosistemas. Las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR) constituyen la primera línea de defensa contra el ingreso de MNP en los ecosistemas terrestres y acuáticos cuando las aguas depuradas son vertidas. Varios estudios han confirmado que la mayoría de los MNP presentes en las aguas residuales son retenidos en los lodos generados en las EDAR, lo que puede afectar a su posible reutilización posterior como fertilizante. El objetivo del presente estudio ha sido analizar el efecto de la presencia de MNP en la depuración lograda por un reactor piloto UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*) así como, en la producción de metano. Además, se ha evaluado la capacidad de retención de microplásticos (MP) por parte del UASB, alimentado en continuo con agua residual doméstica. El reactor operó en régimen psicrófilico, con un tiempo de retención hidráulico (TRH) de 17 horas y un tiempo de retención de sólidos (TRS) de 158 días. Los resultados obtenidos muestran una eliminación del 39-50% de la DQO y una eliminación de microplásticos del 22-35%.

Agradecimientos

Este estudio ha sido desarrollado en el marco del proyecto de I+D+i (PID2021125404OB-I00) financiado por MCIN/ AEI/10.13039/501100011033/ y “FEDER Una manera de hacer Europa”. E. Ferrera agradece su beca de doctorado TESIS2021010097 (FPI-ACIISI) de la Consejería de Economía, Industria, Comercio y Conocimiento de Canarias y el Fondo Social Europeo.

Bibliografía

- Estahbanati & Fahrenfeld (2016) *Chemosphere* 162, 277-284
Gatidou et al. (2019) *J. Hazard Mater.* 367, 504-512
Li et al. (2018) *Water Res.* 142, 75-85
Wei et al. (2019) *Environ. Sci. Technol.* 53, 9604-9613

P30. Comportamiento de la metilisotiazolinona (MIT) y de parabenos cuando se someten a tratamientos con ozono y luz ultravioleta

R. López-Timoner¹, L. Santos-Juanes¹, A. Arques¹, M.A. Castillo², A.M Amat¹

¹ *Universitat Politècnica de València, Campus de Alcoy, Departamento de Ingeniería Textil y Papelera, Grupo de Procesos de Oxidación Avanzada. Alcoy.*

² *Universitat Politècnica de València, Departamento de Biotecnología. Valencia. aamat@txp.upv.es*

Resumen

El crecimiento de la industria cosmética ha aumentado la cantidad y la variedad de compuestos que aparecen en las aguas residuales. Existen diversos estudios centrados en la prevención y el tratamiento por separado de estos contaminantes emergentes (CECs) tóxicos en el medio ambiente (D.A. Gkika et al. (2022), *Environ. Sci. Pollut. Res.* 29, 75223–75247). Es por ello, por lo que hemos estudiado de forma individual y conjunta, la eliminación de 5 tipos de parabenos (5 mgL⁻¹) y de la metilisotiazolinona (MIT) (5 mgL⁻¹) mediante ozono (O₃) y de la luz ultravioleta (UV) a tres pH (3, 5, y 9).

Independientemente del pH, la luz UV es ineficaz para degradar los parabenos, mientras que la MIT se degrada eficazmente bajo esta radiación. Por otra parte, los tratamientos con O₃ degradan rápidamente la mezcla de parabenos a cualquier pH, siendo un pH básico el que da lugar a una degradación más rápida debido al predominio del mecanismo indirecto del ozono. La MIT, reacciona mínimamente con el O₃, y el proceso se potencia algo a pH básico cuando intervienen radicales hidroxilo ($\cdot\text{OH}$). La combinación (O₃ + UV) resulta ser el método más rápido para eliminar los parabenos y la MIT a cualquier pH. Sin embargo, cuando se tratan mezclas conjuntas de parabenos y MIT, los comportamientos cambian notablemente, en particular para los procesos que implican luz UV debido al efecto de interferencia de la MIT. Tanto los parabenos como la MIT requieren más tiempo para degradarse, excepto a un pH ácido. Sólo la MIT reduce su tiempo de tratamiento con ozono cuando se trata junto con parabenos debido a los distintos mecanismos de degradación que cada tipo de contaminante tiene en presencia del O₃. Estos diferentes comportamientos deben analizarse para comprender la eficiencia de tratamientos de aguas reales con mezcla de contaminantes.

Agradecimientos

Generalitat Valenciana (Proyecto COSMETICFARMA, AICO/2021/014) y Ministerio de Ciencia e Innovación español (Proy. AQUAENAGRI, PID2021- 126400OB-C31).

Referencias

[1] D.A. Gkika et al. (2022), *Environ. Sci. Pollut. Res.* 29, 75223–75247

P31.Comportamiento de la metilisotiazolinona (MIT) y de parabenos cuando se someten a tratamientos con ozono y luz ultravioleta

R. López-Timoner¹, L. Santos-Juanes¹, A. Arques¹, M.A. Castillo², A.M Amat¹

¹ *Universitat Politècnica de València, Campus de Alcoy, Departamento de Ingeniería Textil y Papelera, Grupo de Procesos de Oxidación Avanzada. Alcoy.*

² *Universitat Politècnica de València, Departamento de Biotecnología. Valencia. aamat@txp.upv.es*

Resumen

El crecimiento de la industria cosmética ha aumentado la cantidad y la variedad de compuestos que aparecen en las aguas residuales. Existen diversos estudios centrados en la prevención y el tratamiento por separado de estos contaminantes emergentes (CECs) tóxicos en el medio ambiente (D.A. Gkika et al. (2022), *Environ. Sci. Pollut. Res.* 29, 75223–75247). Es por ello, por lo que hemos estudiado de forma individual y conjunta, la eliminación de 5 tipos de parabenos (5 mgL^{-1}) y de la metilisotiazolinona (MIT) (5 mgL^{-1}) mediante ozono (O_3) y de la luz ultravioleta (UV) a tres pH (3, 5, y 9).

Independientemente del pH, la luz UV es ineficaz para degradar los parabenos, mientras que la MIT se degrada eficazmente bajo esta radiación. Por otra parte, los tratamientos con O_3 degradan rápidamente la mezcla de parabenos a cualquier pH, siendo un pH básico el que da lugar a una degradación más rápida debido al predominio del mecanismo indirecto del ozono. La MIT, reacciona mínimamente con el O_3 , y el proceso se potencia algo a pH básico cuando intervienen radicales hidroxilo ($\cdot\text{OH}$). La combinación ($\text{O}_3 + \text{UV}$) resulta ser el método más rápido para eliminar los parabenos y la MIT a cualquier pH. Sin embargo, cuando se tratan mezclas conjuntas de parabenos y MIT, los comportamientos cambian notablemente, en particular para los procesos que implican luz UV debido al efecto de interferencia de la MIT. Tanto los parabenos como la MIT requieren más tiempo para degradarse, excepto a un pH ácido. Sólo la MIT reduce su tiempo de tratamiento con ozono cuando se trata junto con parabenos debido a los distintos mecanismos de degradación que cada tipo de contaminante tiene en presencia del O_3 . Estos diferentes comportamientos deben analizarse para comprender la eficiencia de tratamientos de aguas reales con mezcla de contaminantes.

Agradecimientos

Generalitat Valenciana (Proyecto COSMETICFARMA, AICO/2021/014) y Ministerio de Ciencia e Innovación español (Proy. AQUAENAGRI, PID2021- 126400OB-C31).

Referencias

[1] D.A. Gkika et al. (2022), *Environ. Sci. Pollut. Res.* 29, 75223–75247

P32. Mecanismos de eliminación de contaminantes en un biorreactor en un reactor heterótrofo

L. González-Gil, S. Urréjola, R. Devesa-Rey

*Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar. Universidad de Vigo.
Plaza de España 2, 36920 Marín, Pontevedra, España.
E-mail del autor para la correspondencia: urrejola@tud.uvigo.es*

Resumen

Las tecnologías de tratamiento de aguas residuales basadas en algas son una solución para eliminar contaminantes convencionales (Mohsenpour et al., 2021). Se ha prestado menos atención a la eliminación de compuestos farmacéuticos, contaminantes orgánicos emergentes, considerados una amenaza ambiental (Liu et al., 2021). Este estudio se centró en dilucidar los mecanismos de eliminación del ibuprofeno, los mecanismos de eliminación de nutrientes y materia orgánica y su relación con la biotransformación del ibuprofeno. Se usaron cuatro tipos de reactores: dos con microalgas iluminados y en oscuridad para probar la degradación, uno inoculado con microalgas esterilizadas y en oscuridad para evaluar la adsorción, y uno abiótico sin microalgas para estudiar la reducción química o volatilización del contaminante.

Los resultados mostraron un crecimiento significativo de la biomasa en los reactores de microalgas, con una eliminación casi completa de materia orgánica en ambos tipos de reactores. Además, se observó una eliminación significativa de materia orgánica en el reactor con "biomasa muerta", lo que sugiere que el mecanismo de adsorción supone un importante papel en la eliminación de contaminantes. Estos hallazgos sugieren que los reactores de microalgas son efectivos para eliminar compuestos farmacéuticos.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Centro Universitario de Defensa de la Academia Naval Española (CUD-ENM) por todo el apoyo brindado para esta investigación, en particular a través del proyecto de investigación PICUD-2022-02.

Referencias

- Mohsenpour S. F. et al. (2021). Integrating micro-algae into wastewater treatment: A review. *Science of the Total Environment*, 752, 142168.
- Liu, R., et al. (2021). Capabilities and mechanisms of microalgae on removing micropollutants from wastewater: A review. *Journal of Environmental Management*. 285, 112149.

P33. Preparación de bio-sílice de residuos agroindustriales y su aplicación como adsorbente de contaminantes farmacéuticos en el agua

C. Morales-Paredes^{1,2}, I. Rodríguez-Linzán³, M. Saquete^{1,4}, N. Boluda-Botella^{1,4}, J. Rodríguez-Díaz^{2,3}

¹ *Universidad de Alicante, Instituto Universitario de Ingeniería de los Procesos Químicos. Alicante*

² *Universidad Técnica de Manabí, Instituto de Investigación, Laboratorio de Análisis Químicos y Biotecnológicos. Portoviejo*

³ *Universidad Técnica de Manabí, Departamento de Procesos Químicos. Portoviejo*

⁴ *Universidad de Alicante, Instituto Universitario del Agua y las Ciencias Ambientales. Alicante*

E-mail del autor para la correspondencia: camp3@alu.ua.es

Resumen

En los últimos años se ha incrementado considerable la presencia de fármacos en las aguas. Los análisis en ETAPs y EDARs demuestran la baja eficacia de los sistemas convencionales en la eliminación de estos contaminantes, por lo que sería conveniente buscar métodos adecuados de eliminación y sostenibles con el medio ambiente. En el presente trabajo se ha preparado un material de sílice de bajo costo con capacidad adsorbente para la eliminación de tetraciclina en el agua. El procedimiento de síntesis consistió en el tratamiento termoquímico del tallo de maíz (TM), cascarilla de arroz (CA) y bagazo de caña de azúcar (BC), a temperaturas superiores a 500 °C durante 4 horas, seguido de lixiviación ácida. Los tres materiales se caracterizaron mediante las técnicas adsorción-desorción de N₂, espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier, microscopía electrónica de barrido, difracción de rayos X y espectroscopía fotoelectrónica de rayos X. Las pruebas de adsorción se realizaron con soluciones de tetraciclina de 25 mg L⁻¹ (0.05 L) estableciendo la dosis del adsorbente, pH óptimo y la cinética del proceso. Se evidenció que los materiales silíceos exhibieron estructuras mesoporosas, con alta composición de sílice debido a la formación de SiO₂ cristalino para BC y TM, y amorfo para CA. Por su parte, las propiedades texturales de la bio-sílice y la formación de poros en la superficie del material garantizaron eficiencias de eliminación superiores al 95 %, lo que representa capacidades de adsorción > 10 mg g⁻¹. En conclusión, esta investigación plantea la revalorización de residuos y biomasas transformándolos en nanomateriales con forma y tamaño de poros adecuado para la eliminación eficiente de contaminantes emergentes en matrices acuosas.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo de los Servicios Técnicos de Investigación (Universidad de Alicante) en la caracterización de materiales. Además, este trabajo ha sido apoyado por el Proyecto PYT235-CONV2019-FCMFQ0018 (Universidad Técnica de Manabí).

P34. Heteroestructuras basadas en nitruro de carbono grafítico y polímero orgánico sulfurado para la degradación de fármacos en agua

R. Zandipak¹, N. Bahramifar¹, M. Torabi², M. Calero³, M. J. Muñoz-Batista³, R. R. Solís^{3,*}

¹Universidad Tarbiat Modares, Dpto. Ciencias Mediambientales. Noor, Irán

²Universidad Buali Sina, Dpto. Química Orgánica. Hamedan, Irán

³Universidad de Granada, Dpto. Ingeniería Química, Tecnologías de Valorización de Residuos y Procesos Catalíticos. Granada, España

E-mail del autor para la correspondencia: rafarsolis@ugr.es

Resumen

Se ha preparado un polímero orgánico basado en azufre y grupos tioles sintetizado a partir de la policondensación de 2,4,6-tris(4-formilfenoxi)-1,3,5-triazina (TFPC) con azufre y naftalenodiamina. El material resultante de color verdoso (COF) mostró un comportamiento potencial como fotocatalizador bajo radiación UVA. Debido a la alta hidrofobicidad del COF, para una posible aplicación en medio acuoso, se ha combinado con nitruro de carbono grafítico (CN) en síntesis asistida por microondas para construir una heteroestructura COF-CN con propiedades fotocatalíticas mejoradas bajo suspensión en solución acuosa. Los COF-CN preparados se caracterizaron completamente, analizando las características texturales (isotermas de N₂), estructurales (XRD y FTIR), químicas (análisis elemental y XPS), morfológicas (HR-STEM), ópticas (DRS-UV-Vis y fotoluminiscencia) y electroquímicas (impedancia EIS, fotocorriente transitoria y potencial de banda plana). Se exploraron diferentes proporciones de COF y CN (5-25% de COF, peso), definiendo una proporción (20% de COF) que condujo a una actividad óptima para la oxidación fotocatalítica de un contaminante orgánico objetivo de preocupación emergente (CEC). Se apreció que en la degradación de acetaminofeno, la constante cinética de desaparición de pseudo-primer orden se incrementó en más del doble respecto a CN, debido a una separación mejorada de las cargas fotogeneradas, hecho comprobado mediante fotoluminiscencia y análisis electroquímico. El rendimiento del COF-CN óptimo se probó adicionalmente para otros CECs, demostrando beneficios en comparación con el CN simple. Los materiales mostraron una reutilización y estabilidad aceptables en términos de actividad y propiedades estructurales después de 5 ciclos de reutilización. El mecanismo de activación resalta la importancia que juegan los radicales superóxido y los huecos fotogenerados. Este trabajo arroja luz sobre el uso potencial de materiales COF para la modificación de semiconductores, ampliando la absorbancia en la región visible e impulsando la migración de carga, lo que potencia la actividad del material resultante.

P35. Radiación UV-LED en Acuicultura: Mejorando la Seguridad Alimentaria y Sostenibilidad

J. Moreno-Andrés, L. Romero-Martínez, E. Villar-Navarro, E. Nebot

Universidad de Cádiz, Dpto. Tecnologías del Medio Ambiente, Instituto Universitario de Investigación Marina (INMAR).

*Grupo TEP-181 Tecnologías del Medio Ambiente, Cádiz
javier.moreno@uca.es*

Resumen

Para garantizar la seguridad alimentaria en el cultivo de moluscos es necesario un control efectivo de contaminantes biológicos y biotoxinas asociadas, lo que requiere la integración de sistemas de tratamiento efectivos (Braga et al., 2023). Por ello, en esta comunicación, se contempla la evaluación de procesos foto-químicos avanzados para la eficiente higienización de sistemas de cultivo de bivalvos, a través del uso de nueva tecnología LED como fuente de radiación UV. Los hallazgos preliminares indican la capacidad de la tecnología UV-LED para inactivar eficazmente microorganismos marinos, incluidas ciertas especies de *Vibrio* y microalgas nocivas (Moreno-Andrés et al., 2023). Sin embargo, algunas biotoxinas muestran resistencia a estos tratamientos, lo que justifica el desarrollo de metodologías avanzadas. Factores como las sales disueltas y otros componentes dentro de la matriz acuática pueden influir en la degradación de biotoxinas, lo que requiere una optimización específica de los protocolos de tratamiento. En conclusión, la integración de la tecnología UV-LED, complementada con agentes oxidantes, presenta un camino prometedor para apoyar el nexo agua-energía en la acuicultura de moluscos. La eficacia demostrada en la inactivación de microorganismos marinos y microalgas nocivas resalta su potencial para garantizar la seguridad y sostenibilidad de los sistemas de producción de moluscos.

Agradecimientos

Proyecto MOBILED. Ref.: PCM_00015. Consejería de Universidad, Investigación e Innovación de la Junta de Andalucía y por la Unión Europea NextGenerationEU/ PRTR, dentro del Plan Complementario nacional de Ciencias Marinas.

Referencias

Braga, A.C., Rodrigues, S.M., Lourenço, H.M., Costa, P.R., Pedro, S., 2023. Bivalve Shellfish Safety in Portugal: Variability of Faecal Levels, Metal Contaminants and Marine Biotoxins during the Last Decade (2011-2020). *Toxins*. 15, 91. <https://doi.org/10.3390/TOXINS15020091>

Moreno-Andrés, J., Tierno-Galán, M., Romero-Martínez, L., Acevedo-Merino, A., Nebot, E., 2023. Inactivation of the waterborne marine pathogen *Vibrio alginolyticus* by photo-chemical processes driven by UV-A, UV-B, or UV-C LED combined with H₂O₂ or HSO₅⁻. *Water Res.* 119686. <https://doi.org/10.1016/J.WATRES.2023.119686>

P36. Aplicación de fotocatalizadores basados en carbono en la degradación de microcontaminantes acuosos

*J.C. Castillo-Rodríguez¹, P. Marco¹, J. Giménez¹, C. Tzompantzi², C. Sans¹

¹Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Facultad de Química, Universitat de Barcelona, C/Martí i Franqués 1, 08028, Barcelona, España.

²Depto. de Química, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco No. 189, Iztapalapa, Ciudad de México, 09340, México

E-mail del autor para la correspondencia: jarry-rasec@hotmail.com

Resumen

En los últimos años han aumentado los estudios sobre el potencial del material carbonoso modificado en fotocatálisis empleando técnicas como el dopaje con metales nobles, la introducción de grupos funcionales y la combinación con semiconductores. En este estudio se ha preparado hidroxocarbonato de zinc como fotocatalizador para degradar el metoprolol y el tiacloprid (Figura 1). Los mejores resultados se han obtenido con el material carbonoso activado a partir de una solución de ácido fosfórico 2M (HC-AcF-2M), mostrando degradaciones del 22% y 9% para el metoprolol y el tiacloprid, respectivamente. Posteriormente, este material ha sido modificado químicamente mediante la adición de nitrato de zinc al 3, 5 y 7% en peso (HC-AcF-2M-Zn-3%, HC-AcF-2M-Zn-5% y HC-AcF-2M-Zn-7%). Los mejores resultados se han obtenido con la adición del 5% en peso de nitrato de zinc, (97% y 89% para el metoprolol y el tiacloprid, respectivamente).

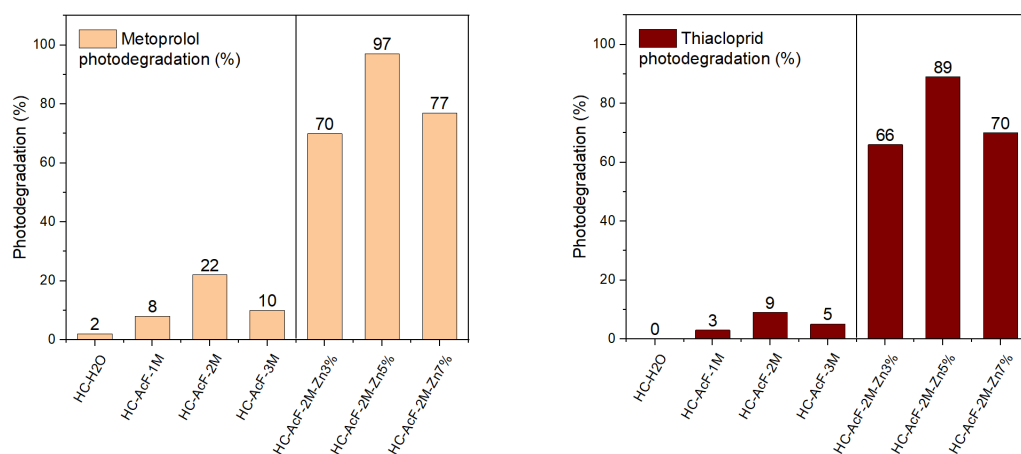


Figura 1. % degradación de metoprolol y tiacloprid.

Agradecimientos

Proyecto de I+D+i PID2020-112674RB-I00 y el proyecto TED2021-131569B-I00, financiado por MCIN/ AEI/10.13039/501100011033/ y por la Unión Europea NextGeneration EU/PRTR.

P37. Evaluación de un nuevo catalizador soportado de hierro de valencia cero para la eliminación de microcontaminantes en efluentes de EDAR

A. Ruiz-Delgado^{1,2}, P. Serrano-Tarí^{1,2}, I. Oller^{1,2}, S. Malato^{1,2}

¹ *Plataforma Solar de Almería-CIEMAT, Ctra. Senés km 4, 04200, Tabernas, Almería, Spain*
anruiz@psa.es

Resumen

El desarrollo y evaluación de nuevas tecnologías, como tratamientos cuaternarios, que permitan eliminar los microcontaminantes (MC) presentes en efluentes de EDAR de forma eficiente, es un problema de interés mundial en la lucha contra la sequía y el estrés hídrico. En este campo, los Procesos Avanzados de Oxidación (PAO) y entre ellos los procesos Fenton y foto-Fenton, se han destacado por su capacidad para tratar una amplia variedad de MC. En los últimos años, el uso de hierro de valencia cero (ZVI), ya sea producido comercialmente u obtenido a partir de diversos residuos, ha surgido como una alternativa a las sales de hierro en estos procesos basados en Fenton. Esta fuente de hierro podría evitar algunas de las desventajas de los PAO homogéneos. Dado que uno de las ventajas a considerar en el uso de ZVI como sistema catalítico heterogéneo es su posible reutilización y fácil separación tras el tratamiento del agua, este trabajo investiga el uso de nuevas nanopartículas comerciales de hierro encapsuladas en carbono, preparadas a partir de aguas residuales de almazara y soportadas sobre una malla de polipropileno (ZVI-MESH) para evaluar los procesos solar/ZVI/H₂O₂ y solar/ZVI/S₂O₈²⁻ en agua natural a pH neutro para la eliminación de MC tanto a escala de laboratorio como a escala piloto bajo radiación solar natural. Además, se evalúa el estudio de los ciclos de reutilización de ZVI-MESH. Hasta donde sabemos, este es el primer estudio detallado en un fotorreactor Colector Parabólico Compuesto (CPC) de la eliminación de MC mediante ZVI-MESH bajo radiación solar natural.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Ministerio de Ciencia e Innovación la financiación en el marco del proyecto ANDROMEDA (PID2022-140875OB-C32). Se agradece a la Universidad de Almería, al Ministerio de Universidades y al plan de recuperación Next GenerationEu por el apoyo financiero del contrato postdoctoral “Margarita Salas” para la recualificación del Sistema Universitario Español (2021) de A. Ruiz-Delgado. Los autores desean agradecer a SMALLOPS S.L., empresa proveedora del ZVI soportado.

P38. Degradación de imidacloprid mediante procesos tipo foto-Fenton heterogéneo con zeolitas sintetizadas a partir de residuos agroindustriales

E. Molina-Negrillo¹, M. Muñoz-Arias², P. Prieto-Laria^{1,3}, J. E. Domínguez-Santos³, T. Farias⁴, M. Ballesteros Martín^{*1,3}, A. R. Ruiz-Salvador^{*3,5}

¹*Departamento de Biología Molecular e Ingeniería Bioquímica. Universidad Pablo de Olavide, Carretera de Utrera km. 1, Sevilla, España*

²*Facultad de Química. Universidad de la Habana, Habana, 10400, Cuba*

³*Centro de Nanociencia y Tecnologías Sostenibles (CNATS). Universidad Pablo de Olavide, Carretera de Utrera km. 1, Sevilla, España*

⁴*Instituto de Ciencia y Tecnología de Materiales. Universidad de la Habana, Habana, 10400, Cuba*⁵*Departamento de Sistemas Físicos, Químicos y Naturales. Universidad Pablo de Olavide, Carretera de Utrera km. 1, Sevilla, España*

E-mail del autor para la correspondencia: rruisal@upo.es; mmbalmar@upo.es

Resumen

En las últimas décadas, ha surgido una creciente preocupación sobre el riesgo asociado a la presencia de contaminantes en el agua, especialmente contaminantes emergentes como fármacos, pesticidas, etc. (Sumon et al., 2018) que no pueden degradarse adecuadamente con los métodos tradicionales. En años recientes, se ha demostrado la eficacia del proceso foto-Fenton heterogéneo para la eliminación de un amplio espectro de estos contaminantes, con el empleo de catalizadores sólidos de microesferas de carbón poroso, grafeno o zeolitas, etc. destacando estas últimas por la posibilidad de cambiar fácilmente sus propiedades a través de intercambio iónico (Thomas et al., 2021). En este trabajo se emplearon zeolitas sintetizadas a partir de cenizas de cáscara de arroz con un esquema de economía circular para mejorar la viabilidad del proceso. El silicio se extrajo de las cenizas con el uso de una solución de NaOH y se empleó para la síntesis hidrotermal de dos tipos de zeolitas (A y X). La concentración de aluminato de sodio adicionado a la disolución de silicato controla el tipo de zeolita a obtener. Posteriormente, se sometió a las zeolitas a un intercambio iónico con hierro y cobre. Todas las zeolitas se caracterizaron con DRX, IR y SEM. Finalmente, se evaluó su eficiencia en el tratamiento de un agua conteniendo imidacloprid estudiando el efecto de la concentración del contaminante, H₂O₂ y zeolita en el proceso foto-Fenton heterogéneo bajo luz UV y visible. Los resultados demuestran la elevada capacidad de las muestras preparadas para su empleo en el tratamiento de aguas contaminadas.

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación de European Commission (HORIZON.1.2 - Marie Skłodowska-Curie Actions VALZEO Project 101086354)

Referencias

Sumon, K. A., Ritika, A. K., Peeters, E. T. H. M., Rashid, H., Bosma, R. H., Rahman, M. S., Fatema, M. K., & Van den Brink, P. J. (2018). Effects of imidacloprid on the ecology

of sub-tropical freshwater microcosms. *Environmental Pollution*, 236, 432–441.
DOI:10.1016/j.envpol.2018.01.102

Thomas, N., Dionysiou, D. D., & Pillai, S. C. (2021). Heterogeneous Fenton catalysts: A review of recent advances. *Journal of Hazardous Materials*, 404.
DOI:10.1016/j.jhazmat.2020.124082

P39. Explorando la Función Catalítica de la Mezcla de Fe(II) - Cu(II) y su Impacto en la Eficiencia de Eliminación del Tiabendazol en un Proceso Foto-Fenton bajo Variaciones de pH.

P. Martínez-Marco, L. Santos-Juanes, A. Arques, A. M. Amat, I. Sciscenko

*¹Grupo de Procesos de Oxidación Avanzada, Departamento de Ingeniería Textil y Papelera, Universitat Politècnica de València, Campus de Alcoy, Alcoy, Spain.
pablomartt22@gmail.com*

Resumen

El agua procedente de la agricultura hidropónica puede ser tratada mediante el proceso foto-Fenton. Un compuesto clave que puede aparecer en el agua de hidroponía es el cobre. El objetivo principal de este estudio es comprender la influencia que el cobre, ejerce sobre los procesos foto-Fenton cuando se combina con sales de hierro a diferentes pH para la degradación del tiabendazol (fungicida que puede aparecer en estas aguas).(Lee et al., 2013)

Los resultados destacan patrones significativos en la degradación del tiabendazol en función del pH. En medios ácidos, experimentos con concentraciones elevadas de sales de hierro muestran mayor velocidad y eficiencia, con una mejora adicional al agregar cobre, indicando una posible reacción sinérgica. A pH ligeramente ácido (4,5), concentraciones superiores de cobre mejoran la eficacia, manteniendo una dinámica similar a condiciones más ácidas (pH 2,8). La proporción específica de hierro y cobre (0,08-0,02) mM resulta más eficiente en la degradación del tiabendazol. En entornos casi neutros (pH 6,2) y ligeramente básicos (pH 8), en los que el hierro no es capaz de formar complejos activos que generen especies reactivas en el proceso foto Fenton, se observa que experimentos con altas concentraciones de sales de cobre superan en eficacia a los que contienen preferentemente sales de hierro, resaltando la influencia crítica del pH en la optimización de condiciones para la degradación del contaminante.

Se concluye que el cobre, presente en las aguas hidropónicas, afecta significativamente al proceso foto-Fenton, especialmente en las condiciones de pH desfavorables para el hierro. Estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de seguir investigando para dilucidar los mecanismos subyacentes y optimizar el tratamiento.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los proyectos: AquaEnAgri (PID2021-126400OB-C31). (CIAPOS/2021/311) y P.M.M. a INVEST/2022/495.

Referencias

Lee, H., Lee, H. J., Sedlak, D. L., & Lee, C. (2013). PH-Dependent reactivity of oxidants formed by iron and copper-catalyzed decomposition of hydrogen peroxide.

P40. Zeolitas tipo X modificadas con óxido de hierro para la descontaminación de aguas mediante procesos tipo foto-Fenton heterogéneo

**María Rodrigo-Moya^{1,2}, M. Muñoz-Arias³, A. Díaz³, T. Farias⁴, O. Núñez Nuria⁵,
A. R. Ruiz-Salvador^{*2,6}, M. Ballesteros Martín^{*1,6}**

¹*Departamento de Biología Molecular e Ingeniería Bioquímica. Universidad Pablo de Olavide, Carretera de Utrera km. 1, Sevilla, España*

²*Departamento de Sistemas Físicos, Químicos y Naturales. Universidad Pablo de Olavide, Carretera de Utrera km. 1, Sevilla, España*

³*Facultad de Química. Universidad de la Habana, Habana, 10400, Cuba*

⁴*Instituto de Ciencia y Tecnología de Materiales. Universidad de la Habana, Habana, 10400, Cuba*

⁵*Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla (CSIC-US), c/Américo Vespucio, 49, 41092 Sevilla, España*

⁶*Centro de Nanociencia y Tecnologías Sostenibles (CNATS). Universidad Pablo de Olavide, Carretera de Utrera km. 1, Sevilla, España*

E-mail del autor para la correspondencia: rruisal@upo.es; mmbalmar@upo.es

Resumen

El desarrollo de procesos tipo foto-Fenton en fase heterogénea constituye uno de los métodos más ampliamente investigados en la actualidad para la eliminación de contaminantes persistentes en agua ya que evita el lixiviado de hierro y permite realizar el tratamiento con un pH neutro en comparación con los homogéneos (Ballesteros et al., 2021). El factor principal en estos procesos es el tipo de fotocatalizador puesto que debe presentar una elevada eficiencia y buena reciclabilidad. En este trabajo se han empleado zeolitas por su capacidad de intercambio iónico y adsorción (Dong et al, 2020). En concreto, en este trabajo se sintetizaron zeolitas X magnéticas a partir de la incorporación de nanopartículas magnéticas de óxidos de hierro al gel de síntesis por el método hidrotermal. Las zeolitas fueron modificadas convenientemente para favorecer la generación de especies radicales libres de hidroxilo ante la presencia de radiación y peróxido de hidrógeno. Los fotocatalizadores obtenidos se caracterizaron mediante Difracción de Rayos X y Microscopía Electrónica de Barrido y Espectroscopia Infrarrojo. Los materiales se evaluaron para la eliminación de azul de metileno y fenol como contaminantes modelos, en presencia de peróxido de hidrógeno y radiación visible o ultravioleta. Asimismo, se demostró que los materiales sintetizados mantuvieron su actividad catalítica tras su reuso en tres ciclos consecutivos.

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación de European Commission (HORIZON.1.2 - Marie Skłodowska-Curie Actions VALZEO Project 101086354)

Referencias

Ballesteros, M., Britney, C., Sánchez, J.A. y Fernández, P. (2021). Worldwide Research Trends on Solar-Driven Water Disinfection. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18(17), 9396; <https://doi.org/10.3390/ijerph18179396>

Dong, T., Liu, W., Ma, M., Peng, H., Yan, S., Tao, J., He, C., Wan, L., Wu, P., An, T. (2020). Hierarchical zeolite enveloping Pd-CeO₂ nanowires: An efficient adsorption/catalysis bifunctional catalyst for low temperature propane total degradation. *Chemical Engineering Journal*, 393, 124717

P41. Combinación de procesos oxidativos y reductivos (UVC + ZVI) para degradación de una mezcla de contaminantes en agua de mar

S. Esplugues, A. Arques, A. M. Amat, L. Santos-Juanes

*Universitat Politècnica de València, Departamento de Ingeniería Textil y Papelera,
Grupo de Procesos de Oxidación Avanzada. Campus de Alcoy
E-mail del autor para la correspondencia: sespneb@txp.upv.es*

Resumen

La luz ultravioleta C (UVC) puede contribuir en la degradación de contaminantes que presentan moléculas aromáticas mediante fotólisis directa. Combinando este proceso con la adición de H₂O₂ se forman radicales ·OH altamente oxidantes que pueden atacar a más contaminantes y a los intermedios formados. Sin embargo, para ciertos contaminantes difíciles de oxidar, su degradación es más favorable mediante métodos reductivos como el uso de hierro cero valente (ZVI o zero valent iron). Combinar ambos métodos puede ser de gran interés para el tratamiento de ciertos contaminantes, especialmente en aguas con alta salinidad ya que ésta perjudica la oxidación, pero favorece la reducción (1).

Se ha trabajado con una mezcla de 1 mg/L de cafeína, ácido p-nitrobenzoico y ácido oxolínico en agua de mar. En la etapa ZVI se utiliza lana de hierro comercial fina (calidad 000) como fuente de hierro cero valente en un reactor de 50 mL, se recircula la disolución a contracorriente. En la etapa UVC se utiliza una lámpara UVC de mercurio de baja presión que emite luz a 254 nm.

Se ha estudiado, entre otras cosas, la influencia en la degradación de la mezcla de empezar con la etapa oxidativa o con la reductiva. Durante la etapa reductiva la lana de hierro es pretratada con HCl 0,1 M para eliminar capas pasivadas que influyen negativamente en su reactividad, además se coloca en posición extendida para aumentar la superficie de contacto. Se elimina también el oxígeno en disolución favoreciendo la reducción. En la etapa oxidativa se adiciona H₂O₂ en algunos experimentos para acelerar el proceso.

Hasta el momento, se ha observado que la degradación de la mezcla de contaminantes es mucho más rápida si se empieza por el proceso oxidativo y se termina por el reductivo. La adición de H₂O₂ en la etapa oxidativa acelera mucho más el proceso en ambos casos.

Agradecimientos Generalitat Valenciana (INVEST/2022/495), Agencia estatal de investigación (PID2021-126400OB-C31).

Referencias

- (1) L. Santos-Juanes, S. García-Ballesteros, R.F. Vercher, A.M. Amat, A. Arques (2019), “Commercial steel wool used for Zero Valent Iron and as a source of dissolved iron in a combined red-ox process for pentachlorophenol degradation in tap water”*Catal.Today* 328, 252-258. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2019.01.007>

P42. Optimización de proceso con hierro zero valente para la degradación reductiva del ácido 4-nitrobenzoico en aguas de distinta salinidad

S. Esplugues, I. Vallés, A. Arques, A. M. Amat, L. Santos-Juanes

*Universitat Politècnica de València, Departamento de Ingeniería Textil y Papelera,
Grupo de Procesos de Oxidación Avanzada. Campus de Alcoy
E-mail del autor para la correspondencia: sespneb@txp.upv.es*

Resumen

El hierro cero valente (ZVI, del inglés Zero Valent Iron) puede actuar como agente reductor de contaminantes. Gracias a su poder reductor (potencial estándar de reducción: -0,44 V) se ha utilizado en el tratamiento de compuestos clorados, arsénico, nitratos, colorantes o compuestos nitro-aromáticos (1).

En este trabajo se ha estudiado la degradación del ácido 4-nitrobenzoico y la formación correspondiente del ácido 4-aminobenzoico en aguas de distintas salinidades y tipos de sales en un reactor de ZVI mediante procesos en discontinuo y en continuo. Como fuente de hierro zero valente se ha empleado lana de hierro comercial fina (calidad 000).

Se ha investigado la influencia del oxígeno disuelto, siendo eliminado por reacción con sulfito sódico y por desplazamiento con nitrógeno. Además se ha comprobado el impacto de distintas sales, la posición de la lana (extendida o compacta), así como de un pretratamiento con HCl 0,1 M para eliminar la capa pasivada que puede formarse. Se ha medido el pH inicial y final, la cantidad de oxígeno disuelto, el hierro disuelto, la cantidad de ácido 4-nitrobenzoico eliminado, y la cantidad de ácido 4-aminobenzoico formado a lo largo de los distintos experimentos.

Respecto a los resultados, se ha observado tanto en procesos en continuo como en discontinuo, que eliminando el oxígeno disuelto y pretratando la lana ZVI en posición extendida, la degradación del ácido 4-nitrobenzoico se acelera en la mayoría de sales, comparándolo con los ensayos sin pretratamiento y con oxígeno presente. Hasta ahora, se ha observado entre otros resultados, que el proceso se puede ver limitado por la capa pasivada que se forma en la lana de hierro por lo que se está investigando en diferentes métodos para eliminarla y mejorar así su reactividad a lo largo de los experimentos.

Agradecimientos

Generalitat Valenciana (INVEST/2022/495), Agencia estatal de investigación (PID2021-126400OB-C31)

Referencias

- (1) L. Santos-Juanes, F. S. García Einschlag, A. M. Amat, and A. Arques (2017), "Combining ZVI reduction with photo-Fenton process for the removal of persistent pollutants," *Chemical Engineering Journal*, vol. 310, pp. 484–490, doi: 10.1016/j.cej.2016.04.114.

P43. Tratamiento de corrientes acuosas contaminadas con pesticidas azólicos mediante hidrodechloración catalítica empleando reactores catalíticos de membrana

R. B. del Olmo, M. Torres, J. Nieto-Sandoval, M. Muñoz, Z. M. de Pedro, J. A. Casas

*Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ingeniería Química, Ctra.
Colmenar km 15, 28049 Madrid, España
E-mail: raul.benitod@uam.es*

Resumen

La extendida presencia de pesticidas azólicos en las masas de agua, unida a su persistencia y toxicidad, supone una clara amenaza para el medioambiente y la salud de la población. Este hecho ha favorecido su inclusión en la última Lista de Observación (Decisión 2022/1307) para su monitorización en las cuencas hidrográficas de la UE. Dado que la presencia de estos contaminantes ha sido confirmada incluso en las fuentes de agua potable y, considerando que los tratamientos aplicados en las Estaciones de Tratamiento de Agua Potables (ETAPs) no son completamente eficaces en su degradación, resulta necesario desarrollar tecnologías innovadoras y eficaces que garanticen su eliminación. La hidrohaleogénesis catalítica (HDH) es una alternativa eficaz para la degradación de contaminantes organohalogenados ya que transforma los compuestos organohalogenados (en presencia de H₂ y un catalizador) en productos orgánicos libres de halógeno y los ácidos halhídricos correspondientes. No obstante, en la mayoría de los estudios, ésta ha sido aplicada operando en discontinuo en reactores tipo *batch*, lo que dista mucho de su posible implementación a escala real. En este trabajo se han desarrollado y evaluado diversos reactores catalíticos de membrana (CMR) que permiten el tratamiento en continuo de corrientes acuosas contaminadas con pesticidas azólicos mediante HDH.

Las reacciones se llevaron a cabo operando a temperatura y presión ambientales y utilizando como pesticida azólico modelo el procloraz (PCZ). Los reactores catalíticos se desarrollaron a partir de membranas cilíndricas de alúmina porosa sobre las que se depositaron Pd, Rh o una combinación de ambos (Pd-Rh) como fases activas (~1% en peso). Todos los CMR mostraron una notable estabilidad a lo largo de 100 h de HDC, siendo el Pd/CMR el más eficaz. Con este sistema se realizó un estudio de la influencia de las condiciones de operación (caudal (0,75 – 2 mL min⁻¹), concentración inicial de PCZ (100 – 250 µg L⁻¹) y temperatura (20 – 40 °C)) sobre la eficacia del tratamiento, confirmándose además su versatilidad para el tratamiento de corrientes acuosas reales (agua del grifo). Asimismo, se demostró que el Pd/CMR es activo y estable, no apreciándose desactivación tras 450 h de operación.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido apoyada por el MINECO a través de los proyectos PID2019-105079RB-I00 y PID2022-139063OB-I00.

P44. Aplicación del proceso Fenton heterogéneo ($\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{H}_2\text{O}_2$) en un reactor tanque agitado continuo con recuperación magnética del catalizador

N. Lopez-Arago, D. Ortiz, M. Munoz, Z.M. de Pedro, J.A. Casas

*Universidad Autónoma de Madrid. Dpto. Ingeniería Química
E-mail del autor para la correspondencia: neus.lopez@uam.es*

Resumen

El uso generalizado de pesticidas a nivel mundial para aumentar la producción agrícola y garantizar la seguridad alimentaria, tiene un impacto significativo en el medioambiente y la salud de la población debido a su alta persistencia y toxicidad. Estos productos químicos contaminan los cuerpos de agua representando una amenaza para la vida acuática y los ecosistemas en general. Ante la creciente preocupación por estos efectos nocivos, la comunidad científica ha dirigido sus esfuerzos hacia la búsqueda de tecnologías que permitan eliminar estos contaminantes del agua. En este contexto, los Procesos de Oxidación Avanzada representan una alternativa interesante. Aunque numerosos estudios científicos han demostrado su eficacia, la mayoría se han llevado a cabo operando en discontinuo, a escala de laboratorio. En este trabajo, se estudió la aplicación del proceso Fenton heterogéneo utilizando un sistema catalítico de bajo coste (mineral de magnetita/ H_2O_2) en un Reactor de Tanque Agitado Continuo a escala de planta piloto para la degradación de una mezcla de pesticidas azólicos (tetraconazol, tebuconazol, y penconazol) incluidos en las últimas Listas de Observación de la UE (Decisión 2020/1161 y 2022/1307). A la salida del reactor se dispuso un separador magnético con el objetivo de recuperar completamente el catalizador presente en la corriente tratada de cara a su posterior reutilización.

Se realizó un estudio de las principales variables de operación: concentración inicial de H_2O_2 ($6,7 - 23,5 \text{ mg L}^{-1}$), concentración de catalizador ($1 - 4 \text{ g L}^{-1}$), caudal alimentado de la corriente acuosa contaminada ($25 - 100 \text{ mL min}^{-1}$) y concentración inicial de pesticidas azólicos ($250 - 1000 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$). El sistema de reacción permitió alcanzar conversiones de los contaminantes superiores a 50% incluso en las condiciones de operación menos favorables. Por otra parte, la concentración de hierro lixiviado en el efluente final fue siempre inferior a 1 mg L^{-1} (por debajo del límite de vertido establecido). La elevada eficacia del sistema se confirmó para el tratamiento de corrientes acuosas reales dopadas con los pesticidas seleccionados. Asimismo, la elevada estabilidad de la magnetita abre la puerta a la reutilización del catalizador recuperado del efluente de salida.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por la AEI española a través de los proyectos PID2019-105079RB-I100 y PID2022-139063OB-I00. D. Ortiz y N. Lopez-Arago agradecen sus contratos al MIU (FPU19/04816) y a la AEI (PRE2020-094527), respectivamente.

P45. Oxidación de microplásticos en aguas mediante el proceso Foto-Fenton: análisis del efecto de la naturaleza del polímero

J. Garcia^{1*}, C. di Luca^{1,2}, A. Abarkan Kaina¹, M. Munoz¹, Z. M. de Pedro^{1*}, J. A. Casas¹

¹ *Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ingeniería Química, Madrid*

² *Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales, División Catalizadores y Superficies, Mar del Plata*

E-mail del autor para la correspondencia: jorge.garciam@uam.es, zahara.martinez@uam.es

Resumen

En el contexto actual de producción y consumo masivo de materiales plásticos, el tratamiento y gestión de los residuos generados representa un desafío ambiental de máxima prioridad. Los microplásticos (< 5 mm), suponen un problema en las aguas residuales debido a la limitada eficacia de los tratamientos implantados actualmente en la mayoría de las EDARs [1]. Por ello, se hace necesaria la investigación y desarrollo de tecnologías innovadoras, respetuosas y eficaces en la lucha contra estos contaminantes. Los procesos fotocatalíticos y, particularmente, el proceso Foto-Fenton han demostrado su eficacia en la eliminación de otros microcontaminantes, aunque su aplicación específica en MPs apenas ha sido estudiada. En este trabajo se evaluó la influencia de la naturaleza del polímero plástico en la eliminación de MPS mediante el proceso Foto-Fenton. Para ello, cuatro polímeros fueron seleccionados y obtenidos por molienda criogénica de materiales comerciales: poliestireno (PS), polietileno tereftalato (PET), y polietileno de baja densidad (LDPE) pigmentados y polietileno de baja densidad no pigmentado (LDPE-np). Los ensayos de oxidación se realizaron en un fotoreactor de vidrio (0,5 L) con una lámpara de mercurio de media presión y una cámara de cuarzo refrigerada, todo ello, bajo unas condiciones de operación seleccionadas ($T=25^{\circ}\text{C}$, $[\text{Fe}^{3+}]_0=1 \text{ mg L}^{-1}$, $\text{pH}_0=3$, $[\text{H}_2\text{O}_2]_0=1000 \text{ mg L}^{-1}$ (dosis adicionales 500 mg L^{-1} cada 20 min), $[\text{MPS}]_0=20 \text{ mg L}^{-1}$, $\text{dp}=50\text{-}100\mu\text{m}$, $t=4 \text{ h}$). La evolución de la concentración de microplásticos se determinó a partir de la pérdida de masa, y se analizó la influencia del tratamiento sobre las características morfológicas de los MPS mediante imágenes de microscopía electrónica de barrido (SEM). Tras 4 horas de reacción, el PS mostró la mayor pérdida de masa (28%), seguido por el LDPE-np (19%), el LDPE-p (11%) y, finalmente, el PET (10%). Los resultados sugieren que la presencia de anillos aromáticos en la estructura del polímero (como el PS) promueve el ataque de los radicales hidroxilos, provocando un aumento de la pérdida de masa [2]. Por contrario, el PET, cuyo monómero contiene también núcleos aromáticos, no muestra una reactividad similar, lo que podría explicarse por el tipo de aditivos que confieren el color a este polímero. En la misma línea, se observó que el LDPE sin pigmentar experimentó una mayor pérdida de masa que el material pigmentado.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido apoyada por la AEI española a través de los proyectos PID2019-105079RB-100 y TED2021-131380B-C21, y por la CM mediante el proyecto P2018/EMT-4341.

Referencias

- [1]. Sadia, M., Mahmood, A., Ibrahim, M., Irshad, M., Quddusi, A. H. A., Bokhari, A., Mubashir, M., Chuah, L. F., & Show, P. L. (2022). *Environmental Technology And Innovation*, 28, 102946. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2022.102946>
- [2]. Ortiz, D., Muñoz, M., Nieto-Sandoval, J., Romera-Castillo, C., De Pedro, Z. M., & Casas, J. (2022). *Chemosphere*, 309, 136809. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.136809>

P46. Inactivación de bacterias *E. coli* mediante la aplicación de CWPO utilizando un catalizador magnético de bajo coste

M. González, Z.M. de Pedro, M. Muñoz, J.A. Casas

UAM, Dpto. Ingeniería Química, Ctra. Colmenar km 15, 28049 Madrid, España

Email: zahara.martinez@uam.es, maria.gonzalezl@estudiante.uam.es

Resumen

El agua es un recurso sometido a una enorme presión social ya que, a su escasez e incremento de consumo, se unen importantes problemas derivados de su contaminación. Todo ello, ha favorecido el desarrollo de una normativa cada vez más estricta cuyo objetivo fundamental es garantizar una adecuada calidad de este recurso en función del uso al que se destine. Entre los criterios de calidad microbiológicos, suele utilizarse como indicador la presencia de bacterias patógenas, en concreto la bacteria coliforme *E. coli*. De hecho, la normativa europea actual establece niveles mínimos de inactivación de esta bacteria durante los procesos de tratamiento. Para el tratamiento de agua potable, donde solo se pueden emplear sustancias activas biocidas aprobadas en el listado incluido en el Reglamento (UE) 528/2012, se debe conseguir una inactivación de *E. coli* ≥ 2 log en 10 min y ≥ 4 log en 25 min. Por otro lado, para el control de validación de estaciones regeneradoras de agua, el Reglamento (UE) 2020/741 establece una inactivación de *E. coli* ≥ 5 log. En este trabajo se evaluó la eficacia del tratamiento mediante el proceso Fenton heterogéneo (Catalitic, Wet Peroxide Oxidation, CWPO) utilizando un catalizador magnético de bajo coste (mineral de magnetita reducido, Fe₃O₄-R400) para el cumplimiento de los criterios de inactivación de *E. coli* tanto para agua potable como regenerada.

Los ensayos de CWPO se llevaron a cabo en reactores de vidrio tipo batch (100 mL), a 25 °C y con agitación (700 rpm), tras el ajuste inicial del pH (entre 3 y 5). Se evaluó la influencia de la dosis inicial de oxidante ($[H_2O_2]_0 = 25 - 100 \text{ mg L}^{-1}$) y la concentración de catalizador ($[Fe_3O_4-R400]_0 = 2,0 - 2,5 \text{ g L}^{-1}$). Se estudió tanto la evolución de inactivación bacteriana (*E. coli*), como la versatilidad del proceso con matrices reales. La evolución de la inactivación se ajustó a un modelo cinético tipo Chick-Watson, obteniéndose constantes cinéticas de pseudo-primer orden entre 0,208 y 0,858 min⁻¹. Se lograron resultados de inactivación de bacterias *E. coli* satisfactorios para el cumplimiento de los criterios establecidos, para cada uno de los pH iniciales estudiados. Asimismo, se evidenció la eficacia del proceso CWPO para el tratamiento tanto de aguas reales de embalse como de salida de EDAR. En definitiva, el proceso estudiado permite cumplir las exigencias legales sobre inactivación bacteriana, en valores de pH iniciales cercanos a la neutralidad, con un bajo consumo de reactivos y energía, lo que abre la puerta para su implantación como proceso de desinfección.

Palabras clave: desinfección, CWPO, *E. coli*, tratamiento de aguas, magnetita.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido apoyada por la AEI española a través de los proyectos PID2019-105079RB-100 y PID2022-139063OB-100.

P47. Optimizando el proceso Foto-Fenton: funcionalización de g-C₃N₄ con partículas nano cero valentes de MnFe

A. M. Díez¹, N. Iberache¹, M. Pazos¹, M. A. Sanromán¹

¹ *Universidad de Vigo, Departamento de Ingeniería Química, BIOSUV: Grupo de Bioingeniería y Procesos Sostenibles, Vigo*
E-mail del autor para la correspondencia: adiez@uvigo.gal

Resumen

Los ampliamente utilizados compuestos farmacéuticos son resistentes a los tratamientos en las estaciones de tratamiento de agua residuales debido a su alta estabilidad fisicoquímica, por lo que llegan al medio ambiente, causando impactos negativos en la flora, fauna y los seres humanos. Los Procesos de Oxidación Avanzada (AOPs) se plantean como una alternativa para la degradación de estos contaminantes persistentes. Así, los AOPs generan especies oxidantes que degradan rápida y no-selectivamente la materia orgánica.

En este trabajo se han sintetizado C₃N₄ con partículas nano cero valentes de MnFe (g-C₃N₄-nZVMnFe), utilizando extractos de té negro para su síntesis. Este catalizador se diseñó para su utilización en un proceso Foto-Fenton utilizando aguas contaminadas con antipirina (ANT). Este nuevo catalizador demostró mayor efectividad que las partículas nZVMnFe o g-C₃N₄ de manera independiente. Esto evidenció que el g-C₃N₄-nZVMnFe podía actuar como un catalizador efectivo, rompiendo H₂O₂ en radicales hidroxilo, lo que se relacionó con un buen ajuste a cinéticas de pseudo-primer orden (0.0348 min⁻¹). En aras de optimizar dicha degradación, se validaron diferentes ratios C₃N₄:nZVMnFe, siendo el 1:3 el seleccionado entre 1:1 y 1:4. Así, se realizó la caracterización de estos catalizadores discerniendo diferencias fisicoquímicas en términos de conductividad, punto de carga cero, porosidad y estructura metálica. Este novedoso catalizador mejoró la degradación de antipirina en un sistema de radiación visible con 2 mM H₂O₂ del 20 % (sin catalizador) al 100% (con g-C₃N₄-nZVMnFe) tras 2 h de tratamiento. Además, el proceso Foto-Fenton se optimizó y con las condiciones elegidas (0.4 g/L de catalizador y 3 mM de H₂O₂) se consiguió una degradación total de antipirina en 1 h y una mineralización total en 2 h. Este catalizador mostró una estabilidad elevada de hasta 5 usos y resultó ser eficaz para el tratamiento de aguas residuales reales.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado con los proyectos PID2020-113667GBI00 y PCI2022-132941 por MCIN/AEI/10.13039/501100011033. La investigadora Aida M. Díez agradece a la Xunta de Galicia (ED481D-2023/015) la financiación recibida.

P48. Eliminación de ácido perfluorooctanoico mediante combinación de procesos de oxidación avanzada

J. Nieto-Sandoval¹, G. Sanz¹, R. P. Cavalcante^{1,2}, B. Bayarri¹, C. Sans¹

¹ *Universitat de Barcelona, Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Grupo Ingeniería de Procesos de Oxidación Avanzada, Barcelona, España*

² *Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Tecnologia, Brazil*
E-mail del autor para la correspondencia: julia.nietosandoval@ub.edu

Resumen

Las sustancias perfluoroalquiladas como el ácido perfluorooctanoico (PFOA), caracterizado por una alta toxicidad y una baja biodegradabilidad, representan un grave problema ambiental y una amenaza para la salud humana. Los Procesos de Oxidación Avanzada son una alternativa prometedora para la eliminación de contaminantes orgánicos que los procesos convencionales de tratamiento de aguas residuales no son capaces de eliminar en su totalidad. En este estudio, se evaluó la combinación del proceso de ozonización con peróxido de hidrógeno y luz UV para la eliminación del PFOA. Los experimentos se llevaron a cabo en un reactor de vidrio tipo tanque agitado (400 mL) a una temperatura de 20°C y la concentración inicial de PFOA se estableció en 0.025 mM. Se investigaron los procesos individualmente, así como su combinación para identificar el sistema más efectivo. La aplicación de procesos individuales o la combinación de solo dos procesos dio lugar a una eliminación del contaminante despreciable, mientras que al emplear un sistema con los tres procesos se eliminó parcialmente el PFOA en un 20%. Tras estudiar las condiciones de operación (flujo de O₃, concentración de H₂O₂ y pH), se observó que operar en un medio ácido (pH₀ = 2) aumentó significativamente la eliminación del PFOA (> 90%). Sin embargo, la defluoración de los compuestos intermedios no resultó tan significativa (20%). Además, se probó el sistema combinado en presencia de catalizadores homogéneos (Fe (III), Co (II)) y heterogéneos (TiO₂, MnO₂) pero no se logró un aumento significativo del grado de defluoración. Finalmente, se determinó el mecanismo de reacción llevando a cabo experimentos en presencia de secuestradores, destacando el papel crucial del ion superóxido en la eliminación de PFOA.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España a través del proyecto PID2020-112674RB-I00.

P49. Catalizadores (La,Sr)FeO₃ para fotodegradación de contaminantes

D. Sastre, M.T. Moreira

CRETUS, Departamento de Enxeñaría Química, Universidade de Santiago de Compostela

E-mail del autor para la correspondencia: daniel.sastre@usc.es. Tlf: 8818-16771

Resumen

Los procesos fotocatalíticos han demostrado ser muy atractivos en la degradación de contaminantes emergentes (EC) debido a las características oxidativas de las especies reactivas de oxígenos (ROS) generadas, así como a su sencillez tecnológica y operacional y así presentarse como una alternativa verde y sostenible.

Uno de los puntos críticos de este proceso es el fotocatalizador, pues tiene que presentar estabilidad química, buena capacidad redox o amplio rango de absorción del espectro lumínica, entre otros factores. Además, su configuración como nanopartículas favorece el aumento de los centros activos en los que generar los ROS. Las perovskitas (de fórmula química ABO₃) son un tipo de semiconductores muy versátiles al permitir cambiar su estructura con diferentes metales y poder así modificar las características mencionadas. Concretamente, la perovskita LaFeO₃ es interesante al presentar varias de estas características y mostrar buenos resultados de degradación de contaminantes (Ismael M. and Wark M., 2019). No obstante, sigue presentando limitaciones como bajas cinéticas o necesidad de añadir un agente activante como el, peroximonosulfato (PMS).

En este trabajo, se estudia el dopaje del catión A con Sr²⁺ (La_{1-x}Sr_xFeO₃), que mejora la capacidad redox, al aumentar la generación de pares e⁻/h⁺, respecto a LaFeO₃. Se presentan los resultados de la correcta síntesis de los materiales con diferentes técnicas, como ICP, XRD, SBET, TEM, así como los primeros ensayos de reacción para degradar OII, medido por espectrofotometría. Se observó una elevada capacidad de adsorción del tinte (5-20%), previa a la etapa de reacción. Posteriormente, cuando se aplican luz visible y UV, las perovskitas mostraron baja degradación: inferiores al 20% tras 2 horas de reacción; indicativo de que la adsorción inicial obstaculiza la accesibilidad a los centros activos del catalizador.

Agradecimientos

Este trabajo es parte de la Ayuda Juan de la Cierva, financiada por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea «NextGenerationEU»/PRTR.

Referencias

Ismael M. and Wark M. (2019) Perovskite-type LaFeO₃ - Photoelectrochemical properties and photocatalytic degradation of organic pollutants under visible light irradiation. *Catalysts*, 9(4), 342. DOI: 10.3390/catal9040342.

Ghossa M.H. et al. (2023) Structure, magnetic, and photocatalysis of La_{0.7}Sr_{0.3}MO₃ (M=Mn, Co, and Fe) perovskite nanoparticles - Novel photocatalytic materials. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 61106–61122. DOI: 10.1007/s11356-023-26411-9.

P50. Aplicación y escalado de Procesos de Oxidación Avanzada combinados con técnicas de adsorción

N. Bernárdez, M. Pazos, E. Rosales, M.A. Sanromán

*CINTECX, Universidad de Vigo, BIOSUV, Departamento de Ingeniería Química.
Campus As Lagoas-Marcosende, 36310 Vigo, España
[*nuria.bernardez@uvigo.gal](mailto:nuria.bernardez@uvigo.gal)*

Resumen

Los procesos actuales integrados en las estaciones depuradoras de aguas residuales resultan ineficientes ante la presencia de contaminantes recalcitrantes. Estos compuestos, cada vez más presentes en el entorno, se caracterizan por una alta persistencia y suponen una amenaza ambiental por su alto contenido orgánico (Díez et al. 2016). En las últimas décadas, se han desarrollado distintas alternativas enfocadas a la eliminación de estos contaminantes por medio de técnicas económicas y sostenibles, tales como los procesos de oxidación avanzada, que permiten degradar compuestos orgánicos nocivos gracias a la formación y aplicación de especies reactivas de oxígeno, o los procesos de adsorción, caracterizados por la retención de contaminantes sobre la superficie de un material adsorbente (Escudero-Curiel et al. 2021).

El propósito de este trabajo radica en el diseño de un proceso de tratamiento para aguas con diverso contenido en materia orgánica mediante la combinación de las técnicas anteriormente mencionadas. Inicialmente, se realizaron ensayos a pequeña escala (0.45 L) con distintos tipos de aguas, estudiando la viabilidad del proceso mediante el seguimiento del contenido de carbono y/o demanda química de oxígeno. En base a los buenos resultados obtenidos, se procedió a estudiar la idoneidad de los reactores diseñados para operar a mayor escala (volumen de 7 y 18 L), realizando ensayos electroquímicos en presencia y ausencia de material adsorbente. Los resultados a estas escalas confirman los obtenidos inicialmente, tanto para aguas modelos como reales, y resaltan la escalabilidad del proceso diseñado, así como su eficacia en la eliminación de diferentes tipos de contaminantes presentes en aguas de diversa procedencia.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido subvencionada a través de los Proyectos PCI2022-132941 y PDC2021-121394-100 financiados por MCIN/AEI/10.13039/201100011033 y la Xunta de Galicia, y el Fondo Europeo de Desarrollo regional (ED431C 2021-43).

Referencias

- Díez, A.M., Iglesias, O, Rosales, E., Sanromán, M.A., Pazos, M. (2016). Optimization of two-chamber photo electro Fenton reactor for the treatment of winery wastewater. *Process Safety and Environmental Protection*. 101, 72-79. DOI: 10.1016/j.psep.2015.09.010
- Escudero-Curiel, S., Acevedo-García, V., Sanromán, M.A., and Pazos, M. (2021). Eco-approach for pharmaceutical removal: Thermochemical waste valorisation, biochar adsorption and electro-assisted regeneration. *Electrochimica Acta*. 389, 138694. DOI: 10.1016/j.electacta.2021.138694

P51. Síntesis de nanofibras mediante electrospinning y su aplicación en el tratamiento de aguas contaminadas con fármacos

B. Lomba-Fernández, A. Fdez-Sanromán, E. Rosales, M. Pazos, M.A. Sanromán

CINTECX, Universidad de Vigo, BIOSUV, Departamento de Ingeniería Química, Campus Universitario de Vigo, 36310 Vigo, España

**barbara.lomba.fernandez@uvigo.gal*

Resumen

El electrospinning es un método de producción de nanofibras que consiste en la formación de una matriz de poros interconectados entre sí mediante la aplicación de un campo eléctrico a un chorro de una disolución polimérica. Para su formación se puede utilizar una gran diversidad de polímeros (naturales, sintéticos o una mezcla de ambos). El proceso se ve influenciado por diversos parámetros destacando las propiedades de la disolución polimérica, el campo eléctrico aplicado, la velocidad de flujo, la distancia punta-colector y la temperatura. Dependiendo de estos parámetros el tipo de fibra obtenida puede ser totalmente diferente (Fdez-Sanroman et al. 2023). La presente comunicación se centra en la obtención de distintas nanofibras mediante la técnica de electrospinning para su aplicación en el tratamiento de aguas contaminadas con fármacos mediante técnicas electroquímicas y fotocatalíticas. Se sintetizan dos tipos de nanofibras: una que incorpora estructuras metal-orgánicas de hierro (MOF-Fe), obtenidas previamente mediante un procedimiento solvotermal, y otra que contiene nitruro de carbono grafitico (g-C₃N₄), obtenido mediante una síntesis a partir de urea y melamina. El rendimiento y reusabilidad de estas nanofibras se evalúan mediante la degradación del fármaco sulfametoxazol (SMX), llevando a cabo ensayos de fotocatalisis y electro-Fenton. Los resultados obtenidos constatan el gran potencial de las fibras sintetizadas. Con el uso de la fibra de g-C₃N₄ como fotocatalizador se logra una total degradación del SMX en 45 min, mientras que la fibra de MOF-Fe, mediante electro-Fenton alcanza un 80% de eliminación de SMX en una hora. Estos resultados subrayan el potencial del uso de la tecnología de electrospinning, evidenciando un excelente comportamiento en la remediación de fármacos presentes en aguas contaminadas y una reusabilidad notable.

Agradecimientos

Proyecto PCI2022-132941, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y European Union Next Generation EU/PRTR y Proyecto PID2020-113667GBI00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033. Antía Fdez-Sanromán agradece al Ministerio de Ciencia e Innovación (PRE2021-098540) su beca predoctoral.

Referencias

Fdez-Sanromán, A., Pazos, M., Sanromán, M.A., Rosales, E. (2023) Heterogeneous electro-Fenton system using Fe-MOF as catalyst and electrocatalyst for degradation of pharmaceuticals. *Chemosphere*, 340, 139942. DOI:10.1016/j.chemosphere.2023.139942

P52. Optimización de Fotocatalizadores de Nitruro de Carbono Grafítico para la Eliminación de Contaminantes Coloreados en Agua

A. Fdez-Sanromán, B. Lomba-Fernández, A. Sanromán, M. Pazos, E. Rosales

*CINTECX, Universidade de Vigo, BIOSUV, Departamento de Ingeniería Química,
Campus As Lagoas-Marcosende, 36310 Vigo, España.*

**antia.fernandez.sanroman@uvigo.gal*

Resumen

En las últimas décadas, se han desarrollado diversas tecnologías fotocatalíticas eficientes para la eliminación de diversos contaminantes en agua. En estos procesos resulta primordial la selección de un fotocatalizador adecuado. En los últimos años, los catalizadores no metálicos han surgido como una opción altamente atractiva, destacando entre ellos el nitruro de carbono grafítico (GCN). Este estudio se centró en optimizar las propiedades de este fotocatalizador, especialmente en la búsqueda de mejorar su eficacia en la eliminación de contaminantes coloreados como la Rodamina B (RB). Inicialmente en la síntesis del GCN se investigaron diferentes precursores (urea, la melamina y la combinación de ambos), así como su modificación mediante tratamientos ácidos. Se determinó que, mediante el uso de urea como precursor y un tratamiento ácido posterior, se mejoraron las propiedades del GCN y su estabilidad química, permitiendo la eliminación completa de la RB en ciclos sucesivos hasta el décimo, con una pequeña disminución del 5% en la eficacia en el último ciclo. Cabe destacar que el manejo de estos fotocatalizadores es complejo debido a su pequeño tamaño de partícula que dificulta su retención. Para superar sus limitaciones se continuó el estudio evaluando la inmovilización GCN mediante diversas técnicas: encapsulación, *electrospinning* y *composite*. En todos los materiales sintetizados se confirmó la correcta retención del GCN mediante técnicas de caracterización como Espectroscopia de Infrarrojo por Transformada de Fourier y Microscopía Electrónica de Barrido. Se comprobó que, entre estas técnicas utilizadas, la inmovilización más eficiente para eliminar la RB fue el *electrospinning* con poliacrilonitrilo, debido a sus propiedades de flotabilidad y alta hidrofiliidad, lo que permite que el GCN esté disponible pero retenido alcanzando niveles de eliminación de RB del 90% tras 90 min. Además, se verificó la capacidad de estabilidad del material, ya que su actividad catalítica se mantuvo prácticamente estable.

Agradecimientos

Proyecto PID2020-113667GBI00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y PCI2022-132941, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y European Union Next Generation EU/PRTR. Antía Fdez-Sanromán agradece al Ministerio de Ciencia e Innovación (PRE2021-098540) por su beca predoctoral.

P53. Sistema híbrido humedal-photo-Fenton para la eliminación de microcontaminantes contenidos en aguas residuales: Camino hacia la reutilización eficiente del agua

N. López-Vinent, A. Cruz-Alcalde, P. Llopert, C. Sans

*Universitat de Barcelona, Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica,
Grupo de Ingeniería de Procesos de Oxidación Avanzada (EPOA).*

C/Martí i Franquès 1, 08028, Barcelona, España.

Autor de correspondencia: nuria.lopez@ub.edu

Resumen

En el siglo XXI, asegurar la calidad del agua es crucial. Según el Fondo Mundial para la Naturaleza, dos tercios de la población mundial podrían enfrentar escasez de agua para 2025. La reutilización del agua residual para riego es esencial, dado que el 65% del consumo de agua dulce se destina a la agricultura. Sin embargo, es vital garantizar que estas aguas estén libres de microcontaminantes (MCs) antes de su reutilización. En este estudio se investigó un sistema híbrido innovador y económico que combina humedales construidos con foto-Fenton solar para mejorar la eliminación de 17 MCs diferentes presentes en aguas residuales urbanas. En la unidad del humedal se exploró la eficiencia de dos plantas acuáticas (*Phragmites australis* y *Cyperus haspan*) y dos modos de operación (con y sin recirculación), lo que resultó en cuatro microcosmos diferentes. Los experimentos de foto-Fenton se llevaron a cabo en un simulador solar a pH natural utilizando el fertilizante comercial DTPA-Fe como catalizador. Los resultados mostraron que los humedales construidos con recirculación lograron mejores eliminaciones de MCs que los microcosmos sin recirculación, sin diferencia significativa entre las dos plantas. La eliminación promedio de los 17 MCs y para diferentes ciclos de operación fue del 67 y 41% en la unidad plantada con *C. haspan*, con recirculación y sin recirculación, respectivamente. Además, el rendimiento de eliminación de sólidos en suspensión totales y carbono orgánico disuelto del agua también fue alto, alcanzando aproximadamente el 80 y el 50%, respectivamente, con recirculación. El sistema híbrido resultó en un aumento de la eliminación total de MCs, desde una eliminación promedio del 73% para el proceso foto-Fenton individual hasta una eliminación casi completa (95%) para el sistema híbrido. Los humedales con recirculación combinados con foto-Fenton solar permitirían alcanzar los límites correspondientes según el uso final del efluente de una manera más económica, sostenible y ecológica.

Agradecimientos

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

P54. Aplicación de la fotocatalisis solar para eliminar sulfametoxazol en agua utilizando g-C₃N₄ autosoportado en espumas cerámicas.

M. A. Jiménez-López¹, A. M. Chávez¹, C. G. C. Silva^{2,3}, J. L. Faria^{2,3}, A. M. T. Silva^{2,3}, P.M. Álvarez¹, F. J. Beltrán¹.

¹ *Universidad de Extremadura. Departamento de Ingeniería Química y Química Física. IACYS. TRATAGUAS. Badajoz.*

² *Universidade do Porto. Departamento de Engenharia Química. LSRE-LCM. Porto*

³ *Universidade do Porto. Departamento de Engenharia Química. ALiCE. Porto
majimlopez@unex.es*

Resumen

La utilización de C₃N₄ grafitico (GCN) como fotocatalizador no metálico está adquiriendo gran relevancia en el ámbito del tratamiento del agua. En este presente trabajo se ha estudiado la degradación de sulfametoxazol (SMX) en aguas sintéticas con ácido húmico (HA) y agua de grifo y de río, en sistemas de reacción tipo batch y continuo. Se han realizado distintos experimentos batch de fotocatalisis con agua sintética en un simulador solar, empleando GCN en polvo, para estudiar la influencia de varios parámetros en la eliminación de SMX: concentración de HA (0 – 30 mg/L), pH (5,5 – 9,5), presencia y ausencia de iones carbonatos (carbono inorgánico = 0 – 40 mg/L). Por comparación con los resultados obtenidos con agua de río se ha obtenido un agua sintética con una concentración de HA que reproduce con gran fiabilidad las condiciones de las aguas superficiales utilizadas. Para la realización de los experimentos de fotocatalisis en continuo se ha empleado el catalizador optimizado autosoportado en espumas de cerámica (CNF), dando lugar a una conversión constante de SMX del 80 % tanto en agua sintética como aguas reales y una gran estabilidad del CNF tras 4 ciclos de 5 h consecutivas sin perder actividad fotocatalítica.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado a través del proyecto PID2019-104429RB-I00/AEI/10.13039/501100011033 de la Agencia Estatal de Investigación (AEI) de España y el proyecto 2023/00163/001 de la Universidad de Extremadura. M.A. Jiménez-López agradece al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades la concesión de la beca de Formación de Personal Investigador FPI PRE2020-091840 y A. M. Chávez por su contrato posdoctoral “Modalidad Margarita Salas” (MS-17, UEX) recibidas mediante NextGenerationEU.

P55. Inactivación de patógenos mediante electro-Fenton heterogéneo utilizando un *Metal-organic framework* bimetálico

D. Terrón, M.A. Sanromán, M. Pazos

*CINTECX, Universidade de Vigo, BIOSUV, Departamento de Ingeniería Química, Campus as Lagoas-Marcosende. 36310 Vigo, España.
daniel.terron@uvigo.gal*

Resumen

La presencia de patógenos en aguas supone un riesgo para la salud humana, ya que los tratamientos convencionales en las plantas de aguas residuales no son efectivos para la inactivación de estos. Como solución a esta problemática, se presenta en este estudio la inactivación de bacterias Gram negativa (*Pseudomonas aeruginosa*) y Gram positiva (*Lactobacillus crispatus*) mediante un Proceso de Oxidación Avanzada (AOP). Los AOPs suponen una alternativa viable para la inactivación de patógenos frente a métodos convencionales. Cabe destacar entre los AOPs, el proceso electro-Fenton heterogéneo que es capaz de generar radicales hidroxilo *in-situ* operando a pH cercanos a 3, consiguiendo la inactivación de patógenos eficazmente si se utiliza un catalizador adecuado. Recientemente, se demostró la mejora de los catalizadores heterogéneos respecto a los homogéneos, aplicándolos en los AOPs (Giráldez et al., 2023). En esta investigación, para cumplir con el futuro requerimiento europeo sobre tratamiento de aguas, se presenta el estudio de la inactivación de patógenos mediante electro-Fenton heterogéneo, utilizando el novedoso catalizador *Metal-Organic Framework* Zn-MIL53(Fe). Este reduce el pH al rango del proceso de forma espontánea y presenta actividad tanto bactericida como catalítica por su contenido en zinc y hierro, facilitando el proceso de inactivación. Para comprobar su capacidad inactivadora, se recreó un medio de agua residual en los ensayos, utilizando agua sintética (Giráldez et al., 2023); se utilizó un amperaje fijo de 25 mA, entre un electrodo ánodo de lámina de grafito y un cátodo de espuma de níquel, y 4,32 g/L de catalizador, realizándose diferentes controles con una concentración inicial de $1 \cdot 10^8$ unidades formadoras de colonias. El proceso exhibió notable mejoría para inactivar estas bacterias respecto a procesos similares, consiguiendo la inactivación total en 30 minutos. Finalmente, se demostró la estabilidad del catalizador en varios ciclos comprobándose que permanece catalíticamente intacto. Lo anterior demuestra su gran potencial y mejora respecto a otros catalizadores reportados en literatura, presentándolo como opción eficaz y duradera como catalizador en electro-Fenton heterogéneo para la inactivación de patógenos.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero de esta investigación que ha sido financiada por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 Proyecto PID2020-113667GB-I00 y Xunta de Galicia, y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (ED431C 2021-43).

Referencias

Giráldez, A., Fdez-Sanromán, A., Terrón, D., Sanromán M.A., Pazos, M. 2023. Environmental Science and Pollution Research, vol. 1, p. 3, doi: 10.1007/s11356-023-29394-9.

P56. Eliminación de antibióticos mediante procesos CWPO basados en catalizadores carbonosos de origen biogénico

P. Gutiérrez-Sánchez, M. Martín-Martínez, S. Álvarez-Torrellas, J. García

Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Grupo de Catálisis y Procesos de Separación. Madrid

E-mail: pgutie03@ucm.es

Resumen

La creciente demanda mundial de agua se ve amenazada por la contaminación de diversas fuentes hídricas, siendo las actividades humanas las principales responsables. Los contaminantes emergentes, como los compuestos farmacéuticos, destacan por su persistencia en las plantas de tratamiento convencionales (Álvarez et al., 2022). Este estudio se centra en la aplicación de procesos de oxidación con peróxido de hidrógeno (CWPO) para la eliminación del antibiótico ciprofloxacino como componente modelo, empleando catalizadores de hierro y/o níquel, soportados sobre materiales carbonosos procedentes de lodos de depuradora.

Los resultados experimentales mostraron un impacto significativo tanto de la procedencia de los lodos como de los agentes activantes, sobre las propiedades y la actividad catalítica de los materiales. Los catalizadores presentaron un carácter micro-mesoporoso, con capacidades de adsorción de ciprofloxacino en el intervalo 40-74 mg/g. El catalizador de hierro reveló una actividad catalítica considerablemente superior a la del níquel, aunque la contribución de ambos elementos en el bimetalico pareció establecer un efecto sinérgico, promoviendo la degradación del antibiótico. Sin embargo, la lixiviación de este último material fue superior, por lo que el catalizador de hierro se postuló como la alternativa más favorable, logrando una eliminación máxima en torno al 99,7 %, con una lixiviación de hierro en el medio de 0,48-0,61 mg/L.

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación obtenida por la Comunidad de Madrid a través de REMTAVARES S2018/EMT-4341, así como al proyecto PID2020-116478RB-I00 financiado por MCIN/ AEI /10.13039/501100011033.

Referencias

Álvarez, C., García, A. and Gómez, P. (2022). Occurrence of pharmaceutical metabolites and transformation products in the aquatic environment of the Mediterranean area. *Trends Environ. Anal. Chem.* 29. Doi: 10.1016/j.teac.2021.e00118.

P57. Degradación avanzada de sulfametoxazol mediante catalizadores de hierro sostenibles en procesos CWAO

P. Gutiérrez-Sánchez, M. Martín-Martínez, S. Álvarez-Torrellas, J. García

Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Grupo de Catálisis y Procesos de Separación. Madrid

E-mail: pgutie03@ucm.es

Resumen

Los lodos de depuradora representan un desafío ambiental y económico. La síntesis de materiales carbonosos a partir de estos residuos ofrece una vía alternativa de valorización cada vez más extendida en la comunidad científica. Además, la aplicación de procesos pirolíticos para la obtención de carbones de origen biogénico permite reducir el impacto ambiental y aprovechar el potencial de estos recursos como fuentes renovables (Zhang et al., 2022). La innovación en la gestión de lodos de depuradora es crucial para su adecuada valorización y para contribuir a la sostenibilidad ambiental.

En este contexto, se ha abordado la aplicación de catalizadores de hierro soportados sobre biocarbones para la eliminación de sulfametoxazol, que se encuentra recogido en las listas de observación de la Unión Europea, mediante un proceso de oxidación húmeda catalítica (CWAO).

El catalizador sintetizado presentó una porosidad desarrollada, con un área BET cercana a 580 m²/g, contribuyendo a la dispersión de la fase activa y a la actividad catalítica. La degradación de sulfametoxazol alcanzó valores superiores al 96 % tras un tiempo de reacción de 1 hora. Además, se observó una disminución de la concentración a tiempo cero, asociada a la adsorción del antibiótico antes de que el reactor alcanzara las condiciones de operación (140 °C, 20 bar y 0,7 g_{catalizador}/L).

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación obtenida por la Comunidad de Madrid a través de REMTAVARES S2018/EMT-4341, así como al proyecto PID2020-116478RB-I00 financiado por MCIN/ AEI /10.13039/501100011033.

Referencias

Zhang, H., Chen, F., Xu, J., Zhang, J., & Han, Y. (2022). Chemical reactions of oily sludge catalyzed by iron oxide under supercritical water gasification condition. *Frontiers of Chemical Science and Engineering*, 16(6), 886-896. Doi: 10.1007/s11705-021-2125-Z.

P58. Mecanismo de degradación del fluconazol en agua mediante procesos avanzados de oxidación

J. C. Aldana*, E. Rodríguez, J. L. Acero, P. M. Álvarez

Universidad de Extremadura, Departamento de Ingeniería Química y Química Física, Grupo Tecnología del Medio Ambiente, Instituto Universitario de Investigación del Agua, Cambio Climático y Sostenibilidad (IACYS). Badajoz.

**aldana@unex.es*

Resumen

En los últimos años, la creciente preocupación por la presencia de contaminantes emergentes en agua ha llevado a la aparición de numerosos estudios con el objetivo de eliminar estas sustancias, especialmente en efluentes secundarios procedentes de plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas (Wroński et al., 2024). Entre los tratamientos aplicados destacan los procesos avanzados de oxidación (PAO), dentro de los cuales se incluyen los procesos de ozonización y los que emplean la radiación ultravioleta (UV) en presencia de otras especies oxidantes como el peróxido de hidrógeno (H₂O₂), el persulfato (PS) o el peroximonosulfato (PMS). En este trabajo se ha seleccionado el fármaco antimicótico fluconazol (FLZ) para el estudio de su mecanismo de degradación en agua mediante procesos de oxidación basados en el uso de ozono y de radiación UV. Para ello, se ha llevado a cabo un estudio cinético utilizando los procesos de ozonización directa, UV-H₂O₂, UV-PS y UV-PMS, determinando a su vez la ruta de degradación del FLZ según si su oxidación se lleva a cabo mediante radicales hidroxilo o sulfato. De los resultados obtenidos se deduce que la oxidación del FLZ mediante ozono por vía directa es prácticamente despreciable. Por su parte, en los PAO basados en la radiación UV, FLZ reacciona preferentemente con los radicales hidroxilo y sulfato con constantes cinéticas del orden de 10⁹ y 10⁸ M⁻¹·s⁻¹, respectivamente.

Agradecimientos

Esta investigación forma parte del proyecto de I+D+i PID2020-113389RB-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033. Juan C. Aldana agradece la ayuda FPU 18/01553 financiada por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por “ESF Investing in your future”.

Referencias

Wroński, M., Trawiński, J., & Skibiński, R. (2024). *Journal of Hazardous Materials*, 465, 133167. doi: 10.1016/J.JHAZMAT.2023.133167.

P59. Eliminación de contaminantes incluidos en la lista de observación de la UE mediante PAO basados en radiación UV

J. C. Aldana*, J. L. Acero, F. J. Real, C. Agudelo

Universidad de Extremadura, Departamento de Ingeniería Química y Química Física, Grupo Tecnología del Medioambiente, Instituto Universitario de Investigación del Agua, Cambio Climático y Sostenibilidad (IACYS). Badajoz

**aldana@unex.es*

Resumen

Se han seleccionado diez compuestos de la lista de observación de sustancias de la Unión Europea en el ámbito de la política de aguas (UE, 2020): los fármacos amoxicilina, ciprofloxacina, desvenlafaxina, sulfametoxazol y trimetoprima, y cinco compuestos azólicos usados como fungicidas (fluconazol, imazalil, penconazol, procloraz y tebuconazol). El objetivo del estudio es evaluar la eliminación de dichas sustancias del medio acuático mediante el empleo de procesos avanzados de oxidación (PAO), potenciando la generación de especies muy reactivas como son los radicales hidroxilo, sulfato y especies reactivas de cloro. Las técnicas empleadas para ello basadas en la radiación UV son: UV/H₂O₂, Foto-Fenton, UV/persulfato y UV/cloro. Asimismo, se han determinado las constantes cinéticas de reacción de dichos radicales con las sustancias objeto de estudio. Los resultados obtenidos han sido muy prometedores, alcanzando, en muchos casos, altos grados de eliminación de la mayoría de los contaminantes mediante el empleo de estos PAO. Los compuestos más resistentes frente a oxidantes convencionales (fluconazol, penconazol y trimetoprima) también se han eliminado satisfactoriamente. Asimismo, se han conseguido elevados niveles de eliminación de dichos compuestos en aguas reales, como los efluentes secundarios de EDAR, a pesar de la influencia negativa de la materia orgánica presente.

Agradecimientos

Esta investigación forma parte del proyecto de I+D+i PID2020-113389RB-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033. Juan C. Aldana agradece la ayuda FPU 18/01553 financiada por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por “ESF Investing in your future”.

Referencias

UE (2020). Decisión de ejecución (UE) 2020/1161 por la que se establece una lista de observación de sustancias a efectos de seguimiento a nivel de la Unión en el ámbito de la política de aguas, de conformidad con la Directiva 2008/105/CE.

P60. Estrategias de modificación del g-C₃N₄ para la obtención de fotocatalizadores más efectivos en la eliminación de contaminantes

X. Barreiro-Xardón¹, M. Rúa-Pereira¹, M.A. Sanromán¹, E. Rosales¹

¹ *CINTECX, Universidade de Vigo, BIOSUV, Departamento de Ingeniería Química, Campus As Lagoas-Marcosende, 36310 Vigo, España.*

E-mail del autor para la correspondencia: mario.rua@uvigo.gal

Resumen

La contaminación de las masas de agua con contaminantes emergentes, como productos farmacéuticos, pesticidas y otros compuestos químicos, representa una creciente preocupación para la salud pública y el medio ambiente. En este contexto, la búsqueda de soluciones efectivas se vuelve imperativa. Entre los métodos de tratamiento disponibles, la fotocatálisis heterogénea emerge como una opción prometedora, además de sostenible. Dadas las limitaciones inherentes a los fotocatalizadores convencionales (baja absorción el espectro visible, rápida recombinación de cargas, etc.) se requieren nuevos catalizadores como el nitruro de carbono grafitico (g-C₃N₄).

El g-C₃N₄ presenta ciertas limitaciones, y su capacidad de modificación y mejora ofrece un camino hacia una fotocatálisis heterogénea más eficiente y sostenible. En este estudio, se evalúan diversas alternativas de síntesis que permiten la modificación de su morfología mediante exfoliación, así como de sus propiedades superficiales mediante su funcionalización tanto con ácidos como con bases, así como el dopado con oxígeno. Se ha evaluado el comportamiento de distintos materiales sintetizados como fotocatalizadores en la degradación de un contaminante modelo como es la rodamina B bajo distintas radiaciones (UVA y visible). Como resultado, se ha obtenido una mejora significativa en el rendimiento del fotocatalizador en comparación con el material sin modificar. Las modificaciones realizadas han contribuido a incrementar la formación de especies reactivas de oxígeno, mejorando así la separación y movilidad de los transportadores de cargas.

Las mejoras realizadas en el g-C₃N₄ pueden conducir a soluciones más efectivas para la descontaminación de masas de agua, abordando así la problemática de los contaminantes emergentes incluyendo pesticidas.

Agradecimientos

Esta investigación fue financiada a través de los proyectos TED2021-129590A-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y la European Union Next Generation EU / PRTR y el proyecto ED431C 2021-43 financiado por la Xunta de Galicia, y los Fondos Europeos de Desarrollo Regional.

P61. Gestión de emulsiones reales contaminadas con DEHP mediante el proceso Fenton

A. Checa-Fernández, A. González, A. Santos, C.M. Domínguez

Dpto de Ingeniería Química y de Materiales, Fac. de Ciencias Químicas, Universidad Complutense de Madrid, Avenida Complutense S/N, 28040 Madrid, España

E-mail: carmdomi@ucm.es

Resumen

El DEHP (dietilhexil ftalato) es el plastificante más empleado en la industria de polímeros [1]; se utiliza como plastificante en productos plásticos para hacerlos más flexibles y maleables. Se encuentra en envases de alimentos, juguetes, material médico, productos de cuidado personal, etc. Este compuesto ha sido asociado con efectos adversos para la salud, especialmente en el sistema reproductivo y endocrino, por lo que su uso ha sido regulado en varios países. Actualmente, debido a derrames accidentales y fugas de tanques de almacenamiento, existen numerosos emplazamientos contaminados con DEHP. Este ftalato se caracteriza por su refractariedad y baja solubilidad. Para poder extraerlo del suelo, se inyectan surfactantes, sustancias que aumentan su solubilidad y lo movilizan en una fase acuosa y, posteriormente, se extraen (proceso SEAR), obteniéndose emulsiones contaminadas, que deben ser tratadas [2]. En este trabajo se han preparado emulsiones sintéticas, que simulan a las que se obtendrían en un emplazamiento real: 3 g/L de DEHP y 10 g/L de surfactante (compuestos no iónicos y biodegradables: Ivey-Sol® (Ivey) y E-Mulse 3® (E3)) y se han tratado mediante el proceso Fenton con el fin de concentrar el contaminante mediante la ruptura de la emulsión (por oxidación) y consiguiente separación de fases (contaminante, agua limpia y precipitado de hierro). El tratamiento de la emulsión de Ivey-DEHP condujo a una pérdida casi total de la capacidad surfactante desde el inicio. Los radicales hidroxilo generados oxidan rápidamente el surfactante, rompiendo la emulsión y, tras la neutralización del medio de reacción, se produce la separación de las distintas fases. Se estudió la influencia de las principales variables del proceso ($C_{H_2O_2}$ y C_{Fe}). El empleo de 81,5 mg/L de Fe y 20 g/L de H_2O_2 condujo a la obtención de un agua adecuada, libre de contaminante, con un valor bajo de COT, DQO y ausencia de toxicidad aguda (ensayo Microtox®).

Agradecimientos

Esta investigación es parte del proyecto PID2022-137828OB-I00 financiado por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 y FEDER Una manera de hacer Europa.

Referencias

- [1] <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9182-3>.
- [2] <https://doi.org/10.1016/j.cej.2018.09.170>

P62. Degradación selectiva de contaminantes organoclorados en emulsiones mediante procesos de oxidación avanzada

C.M. Domínguez, J. Hamoudi, A. Santos

*Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Facultad de Ciencias Químicas,
Universidad Complutense de Madrid, Avenida Complutense S/N, 28040 Madrid,
España
E-mail: carmdomi@ucm.es*

Resumen

La fabricación del pesticida organoclorado lindano genera grandes volúmenes de residuos líquidos, de mayor densidad que el agua y baja solubilidad, formando una fase densa no acuosa (DNAPL) compuesta por más de 20 compuestos orgánicos clorados (COCs), que se filtra a través del subsuelo. 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 los vertederos de Bailín y Sardas (Sabiñánigo, España) [1]. La inyección y posterior extracción de surfactantes (sustancias que aumentan la solubilidad de los contaminantes, proceso SEAR) es una alternativa atractiva para la remediación de estos emplazamientos. Las emulsiones extraídas presentan elevada carga contaminante y deben ser tratadas posteriormente [2]. En este trabajo se han preparado emulsiones que simulan las extraídas en el vertedero (0,3 g/L COCs, 3,5 g/L surfactante) utilizando SDS, un surfactante aniónico comúnmente empleado en procesos de remediación. Las emulsiones fueron tratadas mediante oxidación Fenton y con persulfato (PS) activado, con álcali, con temperatura y la combinación de ambas. La concentración de surfactante juega un papel clave en el proceso, ya que solubiliza los COCs pero también los protege del ataque de las especies radicalarias, por lo que es necesario optimizar la relación surfactante/COCs. La activación alcalina de PS intensificada con temperatura (50 °C) dio lugar a resultados prometedores: eliminación de COCs, con un consumo moderado de PS ($\approx 35\%$) y baja degradación de surfactante ($\approx 30\%$), lo que permitiría reutilizar la emulsión resultante, reinyectándola en el subsuelo (proceso S-ISCO).

Agradecimientos

Esta investigación es parte del proyecto PID2022-137828OB-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por FEDER/UE.

Referencias

- [1] Fernández et al., M. Arjol, C. Cacho. *Environmental Science and Pollutant Research*, 20 (2013), pp. 1937-1950. <https://doi.org/10.1007/s11356-012-1433-8>
- [2] C.M. Domínguez, A. Romero, A. Santos (2018). *Chem Engineering Journal*. Vol. 376. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2018.09.170>

P63. Eliminación de PAHs en efluentes de lavado de suelos contaminados mediante oxidación selectiva

Y. Moreno, M. Herraiz, D. Lorenzo, S. Cotillas, C.M. Domínguez, A. Santos

*Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Ingeniería Química y de
Materiales, INPROQUIMA. Madrid
yaimor01@ucm.es*

Resumen

La presencia de contaminantes orgánicos en aguas subterráneas es un problema de gran importancia en la actualidad. Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) son compuestos orgánicos formados por dos o más anillos de benceno, estables, de elevada toxicidad y dañinos para el medio ambiente y los seres vivos. Su presencia en las aguas subterráneas está asociada principalmente a fugas o vertidos incontrolados de combustibles u otros productos químicos sobre la superficie, y su posterior filtración por el terreno hasta alcanzar las aguas subterráneas. Debido a su baja solubilidad en agua generan fases líquidas no acuosas (Non Aqueous Phase Liquids, NAPLs), lo que dificulta su eliminación. La inyección de surfactantes en los emplazamientos contaminados mejora la extracción de los HAPs, generando emulsiones con una elevada concentración de contaminantes. [1]. Los procesos avanzados de oxidación (POAs), basados en la generación de especies oxidantes altamente reactivas, como son los radicales hidroxilo (OH^{\bullet}), sulfato ($\text{SO}_4^{\bullet-}$) y superóxido ($\text{O}_2^{\bullet-}$) se emplean habitualmente para la degradación de contaminantes orgánicos [2]. En este trabajo se ha estudiado la degradación de cuatro HAPs (fenantreno, antraceno, pireno y benzo(a)pireno) en emulsiones con SDS, mediante oxidación con peróxido de hidrógeno (Fenton) y persulfato (PS) activado, y la influencia de las principales variables de operación, como el pH y la temperatura. El fenantreno fue el contaminante más refractario a la oxidación. Los mejores resultados se obtuvieron mediante la activación térmica de PS (60 °C), con una degradación completa de antraceno y benzo(a)pireno (2 h), y un 95 % de pireno (6 h), con un bajo consumo de oxidante.

Agradecimientos

Esta investigación es parte del proyecto PID2022-137828OB-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y FEDER/UE. Y. Moreno agradece la ayuda PREP2022-000074 financiada por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por el FSE+.

Referencias

- [1] Lominchar, M. A., Lorenzo, D., Romero, A. and A. Santos, A. (2018). *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 93 (5) , 1270-1278, doi: <https://doi.org/10.1002/jctb.5485>.
- [2] X. Wang, X., Brigante, M., Dong, W., Wu, Z. and Mailhot, G. (2020). *Chemosphere*, 258, 12726. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127268>.

P64. Remediación eficiente de efluentes mediante la activación de peroximonosulfato por Cu-MOF

A. Giráldez¹, V. Poza-Nogueiras¹, A.M. Díez¹, M.A. Pazos¹, A.M. Sanromán¹

¹ *CINTECX. Universidade de Vigo, BIOSUV, Departamento de Ingeniería Química, Campus As Lagoas-Marcosende, 36310 Vigo, España.
alba.giraldez.rodriguez@uvigo.gal*

Resumen

En la actualidad, una de las necesidades urgentes que plantea la escasez de agua es la obtención de métodos de remediación eficientes, debido a que los tratamientos convencionales de las plantas de tratamiento de aguas residuales son poco efectivos para eliminar la presencia creciente de patógenos resistentes y fármacos en los efluentes (Madjumder et al., 2020). En este estudio, se propone la aplicación de un proceso de oxidación avanzada, que genere radicales sulfato mediante la activación del peroximonosulfato (PMS) por una estructura metalo-orgánica (MOF por sus siglas en inglés) basado en cobre (Cu-MOF), como posible tratamiento eficaz para estos efluentes. Para ello, se sintetizó un Cu-MOF por métodos solvotérmicos, se caracterizó y evaluó su capacidad de remediación de contaminantes modelo (microorganismo control: *Pseudomona aeruginosa* (1% v/v); fármaco control: antipirina y clozapina (1 ppm)). Los resultados de estos ensayos revelaron la gran eficacia del sistema PMS/Cu-MOF, consiguiéndose una total desinfección en 10 min y la degradación completa de los fármacos en menos de 24 h (0.5 mM Cu-MOF+0.5 mM PMS). Además, la caracterización del Cu-MOF mostró una estructura semicristalina, tras su análisis por microscopía electrónica de barrido (SEM por sus siglas en inglés) y difracción de rayos X (XRD por sus siglas en inglés). Posteriormente, con objeto de operar en sistemas de flujo continuo y mejorar su manipulación y escalabilidad, se procedió a la retención del Cu-MOF en una fibra de poliacrilonitrilo (PAN) mediante *electrospinning*, siguiendo el procedimiento de Fdez-Sanromán et al. (2024). Las técnicas de caracterización SEM y de XRD de las fibras concluyeron una inmovilización eficaz, sencilla y con propiedades fisicoquímicas similares a las del Cu-MOF. Por tanto, se realizó el diseño de un sistema de flujo operando en continuo con esta fibra (3% Cu-MOF-9% PAN en peso) para la remediación de aguas que contenían una mezcla de patógenos y fármacos. Los resultados obtenidos permiten concluir que dicha fibra garantiza tanto la desinfección como la degradación completa durante 192 h (caudal de operación de 0.279 mL/min, tiempo de residencia de 6 h), así como su reutilización y la posible escalabilidad del proceso.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el Proyecto PDC2021-121394-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea Next Generation EU/PRTR, Proyecto PID2020-11GBI00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y la Xunta de Galicia y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (ED431C 2021-43).

Referencias

Fdez-Sanromán, A., Torres-Pinto, A., Rosales, E. et al. (2024). Optimisation of a photoelectrochemical system for the removal of pharmaceuticals in water using graphitic carbon nitride. *Catal. Today*. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2024.114578>

Majumder, A., Gupta, A.K., Ghosal, P.S. et al. (2020). A review on hospital wastewater treatment: A special emphasis on occurrence and removal of pharmaceutically active compounds, resistant microorganisms, and SARS-CoV-2. *J. Environ. Chem.* <https://doi.org/104812>, [10.1016/j.jece.2020.104812](https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104812)

P65. Carbonización hidrotermal para la transformación de fangos de refinería en catalizadores de oxidación húmeda

L.N. de Mora, I. González-González, N. Corrochano, A. Cruz del Álamo, D. González, J.L. Díaz de Tuesta, Y. Segura, M.I. Pariente, R. Molina, F. Martínez

*Universidad Rey Juan Carlos, Departamento de Tecnología Química y Ambiental,
Grupo de Ingeniería Química y Ambiental. Móstoles
E-mail del autor para la correspondencia: isabel.pariante@urjc.es*

Resumen

La gestión integral de fangos residuales procedentes del tratamiento de aguas de refinerías es vital para reducir, tanto el impacto ambiental de los tratamientos convencionales, así como los costes de éstos. La carbonización hidrotermal (HTC) es una tecnología eficiente, respetuosa con el medio ambiente y flexible, que puede usarse para el tratamiento de residuos con elevado contenido en humedad, como son los fangos. A una temperatura de 250 °C durante 4 horas, se logró transformar estos residuos en un material carbonoso (hidrochar) con rendimientos de hasta un 90 %. Sin embargo, este material carbonoso no presenta elevados valores de área superficial, y, contiene elevado contenido en volátiles. Tras diferentes procesos de activación física (CO₂ y vapor de agua) y química (KOH y CuCl₂) para su estabilización y desarrollo superficial, este material carbonoso alcanza superficies específicas por encima de los 500 m²/g, y con propiedades mejoradas para utilizarse como catalizadores en procesos de tratamiento de aguas residuales mediante procesos de oxidación avanzadas. Por otro lado, el proceso de HTC produce un efluente acuoso con una elevada carga orgánica (concentración de carbono orgánico total -TOC- de aproximadamente 5 g/L) y baja biodegradabilidad, que necesita tratamiento. Los procesos de oxidación húmeda catalítica pueden disminuir la carga orgánica hasta un 70 %, generando compuestos biodegradables. Los resultados demuestran la posibilidad técnica y el potencial de este enfoque en la gestión de fangos residuales industriales, resaltando la necesidad de continuar explorando soluciones integradas e innovadoras para enfrentar los retos ambientales actuales en el sector de la refinería, avanzando hacia una economía circular.

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación económica a través de los proyectos PID2021-122883OB-I00, TED2021-129595B-I00, y PLEC2021-007761, financiados por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea “NextGenerationEU”/PRTR”.

P66. Estudio paramétrico y modelado del proceso de nitrificación fotoasistida con peroximonosulfato

A. Losa¹, J. Marugan^{1,2}, M.J. López-Muñoz^{1,2}

¹ Grupo de Ingeniería Química y Ambiental, Universidad Rey Juan Carlos, ESCET, C/ Tulipán s/n, 28933, Móstoles, España.

² Instituto de Tecnologías para la Sostenibilidad, Universidad Rey Juan Carlos, ESCET, C/ Tulipán s/n, 28933, Móstoles, España.
javier.marugan@urjc.es

Resumen

El aumento en la demanda de alimentos y la escasez de agua, han propiciado un aumento significativo del interés por los sistemas de acuaponía como método de producción de pescado y vegetales con el menor consumo posible de agua. Además, los sistemas de producción acuapónicos permiten un aprovechamiento máximo de los nutrientes. Uno de los más importantes es el nitrógeno, que se encuentra principalmente en los desechos de los peces como nitrógeno amoniacal (1). La búsqueda de nuevos tratamientos más intensivos como alternativa a los procesos biológicos habitualmente utilizados para su conversión a especies que puedan asimilar las plantas para su crecimiento es de especial interés en el contexto de la economía circular.

En este trabajo se investigó la oxidación fotoasistida de $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ empleando PMS, como agente oxidante, activado por radiación UV. Se estudió su mecanismo de reacción y se realizó el modelado cinético del proceso. Para ello se utilizó un fotorreactor anular con lámpara UV-A o UV-C como fuente de luz. A lo largo de la reacción se midieron las concentraciones de: amoníaco mediante colorimetría, PMS a través de yodimetría indirecta, y los productos de reacción mediante cromatografía iónica.

La eficiencia y velocidad de oxidación de $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ depende de factores como su concentración inicial, el pH, la concentración de PMS y su adición (en una o varias etapas), así como la presencia de sales en el medio acuoso. Los resultados muestran una eficiente conversión de amoníaco, con alta selectividad a nitritos y nitratos, lo que permite la reutilización del agua tratada dentro del sistema de acuaponía con aporte de nutrientes para el crecimiento de las plantas. El modelado mecanístico del proceso ha permitido describir cuantitativamente el efecto de las variables de operación sobre el proceso multietapa de oxidación de NH_3 a NO_2^- , y de NO_2^- a NO_3^- .

Agradecimientos

Agencia Estatal de Investigación (AEI) y Ministerio de Ciencia e Innovación de España proyecto AQUAENAGRI (PID2021-126400OB-C32) y Unión Europea H2020. Marie Skłodowska-Curie grant agreement No 101007578, SusWater.

Referencias

(1) Wongkiew, S., Hu, Z., Chandran, K., Lee, J. W., & Khanal, S. K. (2017). Nitrogen transformations in aquaponic systems: A review. *Aquaculture Engineering*, 76, 9–19. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2017.01.004>

P67. Revalorización de subproductos de MgO en la recuperación de fósforo como estruvita en estaciones depuradoras de aguas residuales

V.B. Aguilar^{1,2}, J.M. Chimenos², S. Astals¹

¹ *Universidad de Barcelona, Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Biotecnología Ambiental. Barcelona*

² *Universidad de Barcelona, Departamento Ciencia de Materiales y Química Física, Centro de Diseño y Optimización de Procesos y Materiales. Barcelona*
E-mail del autor para la correspondencia: sastals@ub.edu

Resumen

Las rocas fosfóricas se están agotando gradualmente. La recuperación de fósforo (P) en las plantas de tratamiento de aguas residuales (EDARs) podría proporcionar entre un 20% de la demanda mundial. La precipitación de estruvita ($\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) en las EDARs es un proceso factible para recuperar el P como estruvita, producto que puede ser utilizado como fertilizante. Sin embargo, el proceso se ve limitado económicamente. La precipitación de estruvita necesita la adición de una fuente de Mg y un reactivo alcalino. Esta línea de investigación propone utilizar un subproducto industrial rico en MgO (LG-MgO) como fuente de Mg y reactivo básico. Este subproducto es 10 veces más barato que el MgCl_2 (reactivo comúnmente usado). El LG-MgO contiene entre un 42-56% de MgO y otros compuestos básicos. La solubilidad del LG-MgO no se ve limitada en el sobrenadante del digestor anaeróbico. Los resultados experimentales en *batch* y continuo muestran que relaciones molares P:Mg $\leq 1:2$ favorecen la precipitación de estruvita y no otros compuestos. Además, la relación 1:2 proporciona un pH de 8.5 y un porcentaje de recuperación entre un 90-98% (Aguilar-Pozo et al. 2023). La pureza del precipitado depende principalmente de la relación molar añadida, mientras que la posición de alimentación y el caudal de recirculación no tiene influencia. El contenido de estruvita de los diferentes precipitados ha sido del 75-90%.

Agradecimientos

Proyecto RTC2019-007257-5 financiada por MCIN/AEI /10.13039/501100011033. La beca 2022_FI_B 00032 financiada por la AGAUR. A Magnesitas Navarras S.A., CEIT y Navarra de Infraestructuras S.A. por el soporte en la investigación.

Referencias

Aguilar V.B., Chimenos J.M., Elduayen B., Olaciregui K., López A., Gómez J., Guembe M., García I., Ayesa E. and Astals S. (2023). Struvite precipitation in wastewater treatment plants anaerobic digestion supernatants using a magnesium oxide by-product. *Science of The Total Environment*. 890, 164084.

P68. Preparación de un material adsorbente a partir del char de pirólisis de residuos plásticos post-consumo y su aplicación a la eliminación de metales pesados

M. Calero¹, L. Pereira¹, V Castillo¹, G. Blázquez¹, A. Pérez¹, R. Solís¹, M. A. Martín-Lara¹

¹Universidad de Granada, Departamento de Ingeniería Química. Tecnologías de Valorización de Residuos y Procesos Catalíticos. Granada. mcalero@ugr.es

Resumen

La creciente prevalencia de contaminantes en los ecosistemas acuáticos tiene un impacto de gran alcance en el medio ambiente y en la salud de los seres vivos. Entre los componentes más peligrosos, destacan los metales pesados por su elevada toxicidad y su naturaleza persistente en entornos naturales. Entre las metodologías usadas para la eliminación de estos metales, la adsorción se presenta como una de las más utilizadas debido a su simplicidad, alta eficiencia y facilidad de operación. Por su parte, los materiales carbonosos obtenidos a partir de diferentes residuos han ido ganando interés en procesos de adsorción, basándose en su menor coste y su alta eficiencia. En este estudio, se ha utilizado el char obtenido en la pirólisis de residuos plásticos post-consumo para la preparación de carbones activados, que han sido probados para la eliminación de Cd, Cu y Pb de soluciones acuáticas. Se han realizado ensayos tanto en sistemas discontinuos, como en sistemas continuos en columna de relleno, utilizando muestras de aguas sintéticas y aguas residuales procedentes de una industria de fertilizantes y pesticidas. Los resultados han mostrado que los carbones activados producidos tienen buenas propiedades para la adsorción. En concreto el char activado con Na₂CO₃ presenta los mejores resultados, con una superficie de 571 m²/g y una capacidad de retención de plomo de 40 mg/g. Los análisis realizados al sólido sugieren que la adsorción es física y que podría ser necesaria una modificación posterior para agregar grupos funcionales y mejorar su capacidad. En el caso de las aguas residuales industriales, la adsorción se ve muy influenciada por las características de los efluentes, especialmente el contenido de otros metales que compiten por los sitios de unión.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Proyecto TED2021-130157B-I00 (CARBOPLASTIC) financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea Next Generation EU/PRTR.

P69. Retorno de residuos en la economía circular: de char industrial a carbón activo con potencial aplicación como adsorbente en agua

L. Pereira¹, V. Castillo¹, M. Calero^{1,*}, Sergio González-Egido², R.R. Solís¹, M.A. Martín-Lara¹

¹ *Universidad de Granada, Departamento de Ingeniería Química, Tecnologías de Valorización de Residuos y Procesos Catalíticos. Granada.*

² *Universidad de Alcalá, Departamento de Ciencias de la Vida, Medioambiente y Bioproductos. Alcalá de Henares*
mcalero@ugr.es

Resumen

La pirólisis de residuos orgánicos, como los derivados de actividades agroforestales o industriales, se ha postulado como una tecnología emergente para promover la producción de biocombustibles, contribuyendo a la economía circular. Sin embargo, durante los procesos de pirólisis se genera un subproducto o char que está formado principalmente por carbono, hidrógeno, oxígeno y cenizas y que tiene escaso valor.

Este trabajo tiene como objetivo estudiar la viabilidad de estos chars para desarrollar materiales carbonosos porosos que puedan usarse como adsorbentes. Se han activado diversos chars de origen industrial con KOH, procedentes de la pirólisis de huesos de aceituna, astillas de pino, astillas de acacia, combustibles sólidos recuperados de RSU y tripas de celulosa. Se estudiaron los cambios en las características texturales, estructurales y de composición química mediante isothermas de adsorción-desorción de N₂, microscopía electrónica de barrido (SEM), espectroscopía infrarroja por transformada de fourier (FTIR), análisis elemental y espectroscopía electrónica de rayos X (XPS). En el proceso de activación con KOH se desarrolló una gran porosidad, superficie específica (S_{BET}) entre 776-1186 m² g⁻¹ y volumen total de poros de 0,37-0,59 cm³ g⁻¹ con una gran definición de microporosidad (70-90%). Se evaluó la capacidad de adsorción de los materiales activados con diversos contaminantes en solución acuosa, concretamente metales pesados (Cd, Cu, Ni, Pb y Zn) y contaminantes orgánicos emergentes (cafeína, diclofenaco y paracetamol). La adsorción de metales fue moderada alcanzando valores máximos en el caso de Pb con una capacidad de retención de ~20 mg g⁻¹. En cambio, en la adsorción de contaminantes orgánicos se registró una capacidad muy superior, que estuvo comprendida entre 200 y 500 mg g⁻¹. La cinética de adsorción de este proceso se ajustó a un modelo de pseudo-segundo orden, capaz de retener por completo 50 mg g⁻¹ de acetaminofeno con una dosis 2 g L⁻¹ del material adsorbente en menos de 20 min.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Ministerio de Ciencia, la Agencia Estatal de Investigación y la Unión Europea por el proyecto CPP2021-008551 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y la Unión Europea Next Generation EU/PRTR.

P70. Inactivación de fitoplancton en aguas del Puerto de Algeciras mediante diferentes fuentes de luz ultravioleta

L. Romero-Martínez, E. Villar-Navarro, S. Seoane, J. Bilbao, J. Moreno-Andrés, E. Nebot

¹ *Universidad de Cádiz (UCA). Instituto Universitario de Investigación Marina (INMAR) Departamento de Tecnologías del Medio Ambiente. Puerto Real (Cádiz)*

² *Universidad del País Vasco (UPV/EHU). Facultad de Ciencia y Tecnología. Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Leioa (Vizcaya)*
leonardo.romero@uca.es

Resumen

Para evitar la propagación de especies potencialmente invasoras a través de las aguas de lastre de los buques, la Organización Marítima Internacional adoptó el Convenio Internacional sobre agua de lastre (BWMC). El BWMC limita, entre otros, la concentración de organismos entre 10 y 50 μm (principalmente fitoplancton) en la descarga de agua de lastre a no más de nueve individuos viables por mL (estándar D-2). A partir de 2024, los buques deben disponer de un sistema de tratamiento de aguas de lastre (BWTS) que cumpla con el estándar D-2. Una de las tecnologías más empleadas en los BWTSs comerciales es la irradiación con luz UV-C, empleando lámparas de vapor de mercurio. Recientemente se han desarrollado LEDs con emisión UV-C, llamados a sustituir las lámparas tradicionales. El objetivo de este estudio es determinar la inactivación por parte de diferentes fuentes de luz UV sobre el fitoplancton en aguas del Puerto de Algeciras (Cádiz). El tratamiento se aplicó mediante reactores de rayo colimado con emisión a 254 nm (lámpara de mercurio), 265 nm y 275 nm (LEDs). La reducción de organismos viables se determinó mediante el método del número más probable (MPN) obteniéndose valores inferiores a 1 individuo por mL a partir de 100 mJ cm^{-2} . La inhibición del crecimiento (GI), determinada mediante el test de la OECD, aumentó hasta un máximo en torno al 95%, alcanzado 6 días tras el tratamiento, con independencia de la dosis UV aplicada. Posteriormente, se observó una disminución de la GI, más lenta a dosis altas, debido al recrecimiento de los organismos. Al final de la incubación, las muestras se analizaron mediante un FlowCAM; a dosis de 100 y 200 mJ cm^{-2} se dieron casos de cultivos monoespecíficos con alta concentración de *Heterosigma akashiwo*, formadora de mareas rojas. En conclusión, los LEDs resultaron igual de efectivos que las lámparas UV tradicionales, y a pesar de que se puede cumplir con el BWMC a dosis UV bajas, dosis más altas limitan el recrecimiento.

Agradecimientos

Este estudio es parte del proyecto ECOTRANSEAS (Ref.: TED2021-130994B-C31) financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR y del Proyecto LASTRELED (Ref. PR2023-015) financiado por el Plan Propio de Investigación de la Universidad de Cádiz.

P71. Recuperación de fibras de celulosa de aguas residuales urbanas

L. Quintana-Gómez¹, T. Casero¹, S. Marra¹, A. Taboada¹, L.

Rodríguez-Hernández², C.M. Castro-Barros¹

¹ *Cetaqua Galicia, Fundación Centro Gallego de Investigaciones del Agua, Zero Waste y Descarbonización. Santiago de Compostela*

² *VIAQUA, A Vila da Auga, Santiago de Compostela*

E-mail del autor para la correspondencia: laura.quintana@cetaqua.com

Resumen

En los últimos años se ha producido un cambio de paradigma en el marco del tratamiento de las aguas residuales que se ha traducido en considerar las EDARs no solo como estaciones de depuración, sino también como biofactorías, esto es, como fuente de recursos. El papel higiénico, compuesto prácticamente en su totalidad por celulosa, es uno de los compuestos mayoritarios de las aguas residuales ya que cada español consume de media 15 kg al año (<https://europeantissue.com/>). La celulosa que no es retirada en el tratamiento primario, entra en la etapa de lodos activos, aumentando la carga orgánica e incrementando así las necesidades de aireación, y por lo tanto, los costes energéticos. Además, en condiciones aerobias (escenario más común), la degradación de celulosa alcanza el 60% tras 4-5 semanas de operación, mientras que en condiciones anaerobias este porcentaje se alcanza tras dos semanas (Behera 2018).

Por ello, en este trabajo se ha estudiado el potencial de recuperación de fibras de celulosa a partir de las aguas residuales de la EDAR urbana de Ourense empleando un filtro de banda. El potencial de producción de biometano ha alcanzado valores de 324 L CH₄/kg SV de celulosa recuperada húmeda. Tras un proceso de secado, la producción se incrementa hasta 340 L CH₄/kg SV. Además, la celulosa recuperada presenta una pureza del 90%, lo que favorece su reutilización. Este trabajo ha demostrado que las EDARs pueden convertirse en una fuente alternativa para la obtención de celulosa sostenible, al mismo tiempo que se reduce significativamente el consumo energético, y por lo tanto, los costes económicos asociados, del tratamiento.

Agradecimientos

Este trabajo se enmarca dentro del Centro Mixto Cigat Circular (IN853C2022/03), financiado por la Axencia Galega de Innovación y Viaqua.

Referencias

Behera, C.R., Santoro, D., Gernaey, K.V. and Sin, G. (2018). Organic carbon recovery modeling for a rotating belt filter and its impact assessment on a plant-wide scale. *Chemical Engineering Journal*. 334, 1965-1976. doi.org/10.1016/j.cej.2017.11.09. European Tissue Symposium. <https://europeantissue.com/>. (Accedido 06/02/2024)

P72. Estudio del tratamiento electromagnético en agua potable con ensayos de precipitación rápida controlada

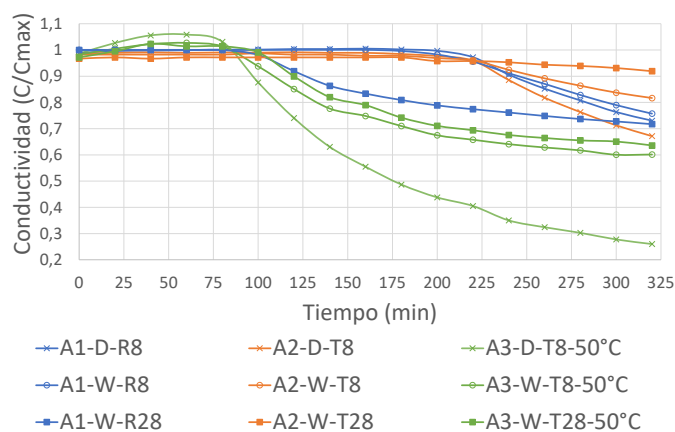
M.D. Saquete¹, N. Boluda¹, N. Miño¹, R. Riera¹

¹ Universidad de Alicante. Instituto Universitario de Ingeniería de Procesos Químicos.
Equilibrio entre fases. Alicante
E-mail: md.saquete@ua.es

Resumen

El efecto del tratamiento electromagnético para evitar incrustaciones que provocan grandes pérdidas económicas en sistemas con agua caliente, ha sido evaluado previamente con el método de precipitación forzada (Saquete y col 2023). En este trabajo se muestra otro ensayo basado en el método de precipitación rápida controlada (Mahmoud y col. 2016),

estableciendo una concentración de calcio de 320 ppm con una velocidad de agitación de 600 rpm. Fue aplicado a agua destilada (D) y a agua de la red de abastecimiento (W) de la Universidad de Alicante sin tratar (R) y tratadas (T) 8 y 28 días. La capacidad de precipitación del agua fue caracterizada por medida de la conductividad frente al tiempo, donde un cambio brusco indica el principio de la precipitación. Los resultados confirman la influencia del tratamiento electromagnético, el cual produce un retraso en la precipitación de CaCO_3 , con respecto a lo que sucede en el agua no tratada. Los efectos se acentúan con el tiempo de tratamiento, así como con la temperatura.



Referencias

Mahmoud, B., Yosra, M. and Nadia, A. (2016). Effects of magnetic treatment on scaling power of hard waters. *Research in Separation and Purification Technology*, 171 (1), 88-92. doi: 10.1016/j.seppur.2016.07.027.

Saquete, M.D., Boluda-Botella, N., Martínez-Moya, S. and García-Quiles, J. (2023). Forced precipitation experiments for study of the electromagnetic treatment of water. *Chemical Engineering Technology*, 46, 1-8. doi: 10.1002/ceat.202200521.

P73. Influence of the harvesting time on the fibre composition of the invasive macroalga *Rugulopteryx okamuræ*

A. Romero-Vargas¹, A. B. Díaz¹, A. Blandino¹, L. A. Fdez-Güelfo²

¹ *Wine and Agrifood Research Institute (IVAGRO), University of Cádiz - International Campus of Excellence (ceiA3), Department of Chemical Engineering and Food Technology, Engineering applied to Bioprocesses (TEP-993), 11510 Puerto Real, Cádiz, Spain.*

² *Faculty of Marine and Environmental Sciences, University of Cádiz - International Campus of Excellence (ceiA3), Department of Environmental Technologies, Engineering applied to Bioprocesses (TEP-993). 11510 Puerto Real, Cádiz, Spain.*

Corresponding Author: agustin.romero@uca.es

Abstract

The sustainable development of value-added compounds through a biorefinery approach using biomass from invasive macroalgae is feasible. *Rugulopteryx okamuræ*, among the invasive macroalgae, poses a significant threat in the European Union, with the Bay of Cadiz being particularly affected. This rapid proliferation of this brown alga is causing substantial issues, including the displacement of native species. To counteract the negative impacts stemming from the widespread growth of *R. okamuræ*, utilizing its biomass for the production of industrially valuable compounds emerges as a promising strategy (1). One potential application involves using this alga to generate fermentable compounds, such as reducing sugars. However, it is important to note that the chemical composition of macroalgae is subject to substantial variations influenced by seasonal changes.

Here, *R. okamuræ* was collected at different seasonal periods and exposed to hydrothermal acid pretreatment. Fibre analysis were performed on both pretreatment and non-pretreated seaweed and possible differences between the different fractions of its fibre composition were evaluated.

Acknowledgement

This result is part of the R+D+i project PID2019-104525RB-I00, funded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ and by a grant from the Program for the Promotion and Impulse of Research and Transfer of the University of Cadiz (Ref: IRTP04_UCA). The authors also acknowledge the Ministerio de Ciencia e Innovación (Spain) for the Scholarship PRE2020-092698.

References

1. Harb, T. B. and Chow, F. (2022). An overview of beach-cast seaweeds: Potential and opportunities for the valorisation of underused waste biomass. *Algal Res.* 62, 102643. DOI: [10.1016/j.algal.2022.102643](https://doi.org/10.1016/j.algal.2022.102643)

P74. Estudio de aglomeración de carbones activados procedentes de lodos para la adsorción de compuestos citostáticos en continuo

E. Portillo¹, S. Álvarez-Torrellas¹, J. Carbajo¹, V.I. Águeda¹, J. García¹

¹ *Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Ingeniería Química y Materiales, Grupo de Catálisis y Procesos de Separación (CyPS). Madrid
evaporti@ucm.es*

Resumen

El creciente uso de fármacos en nuestra sociedad ha resultado en la presencia de contaminantes emergentes en aguas residuales. Específicamente, los compuestos citostáticos, fármacos utilizados en el tratamiento del cáncer, se han detectado en aguas residuales hospitalarias y urbanas en concentraciones de $\text{ng}\cdot\text{L}^{-1}$ a $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (1). Debido a la ineficacia de los métodos convencionales de tratamiento de aguas residuales para eliminar estos compuestos, el estudio de tratamientos complementarios supone un desafío. Otro problema adicional en la línea de tratamiento de aguas es la gestión de los lodos de depuradora, un subproducto inevitable con elevados costes de gestión (2).

En este trabajo se propone la aglomeración de carbones activados sintetizados a partir de lodos de depuradora, buscando un material estable en agua para su implementación en un proceso de adsorción en continuo.

La síntesis de los materiales carbonosos se realizó mediante activación física con CO_2 , que incluyó una etapa previa de pirólisis con N_2 y un lavado con HCl . Para estructurarlos en forma de pellets se estudiaron bentonita y sílice como aglomerantes, y carboximetilcelulosa como plastificante. Se evaluó la resistencia mecánica en agua de diferentes relaciones carbón: aglomerante, así como las capacidades de adsorción en lecho fijo de contaminantes citostáticos: metotrexato, 5-fluororacilo y ciclofosfamida.

Los estudios de estabilidad mecánica en agua han permitido identificar las proporciones óptimas de aglomerante para su uso en medio acuoso, obteniéndose una reducción en las propiedades texturales de únicamente un 15-20% en comparación al material el polvo.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el MICINN, Proyecto CATAD3.0 (PID2020-116478RB-I00). E.P. agradece al MICINN su contrato FPI (PRE2021-098466).

Referencias

- (1) Pieczyńska A, Fiszka Borzyszkowska A, Ofiarska A, Siedlecka EM. (2017) Removal of cytostatic drugs by AOPs: A review of applied processes in the context of green technology. *Crit Rev Environ Sci Technol.* 47(14):1282-335. doi: 10.1080/10643389.2017.1370990.
- (2) Samolada MC, Zabaniotou AA. (2014). Comparative assessment of municipal sewage sludge incineration, gasification and pyrolysis for a sustainable sludge-to-energy management in Greece. *Waste Manag.* 34(2):411-20. doi: 10.1016/j.wasman.2013.11.003.

P75. Almidón de maíz modificado por hidrólisis enzimática, caracterización y estudios de adsorción de ibuprofeno en matriz acuosa

B. Pastén¹, C. Matus¹, F. Ramírez¹, P. Baeza¹, J. Ojeda², S. Alvarez-Torrellas³, J. Carbajo³, J. García³

¹*Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Instituto de Química, Valparaíso.*

²*Universidad de Valparaíso, Valparaíso.*

³*Universidad Complutense de Madrid. Dpto. de Ingeniería Química y de Materiales. Grupo de Investigación de Catálisis y Procesos de Separación, Madrid.*

E-mail: barbara.pasten@pucv.cl

Resumen

Extensos estudios han demostrado la presencia de contaminantes emergentes (CEs) en diversos medios acuosos. Así, el anti-inflamatorio ibuprofeno (IBU) es uno de los fármacos más consumidos en la actualidad, lo que está suscitando una creciente preocupación por su toxicidad y peligro para los organismos acuáticos y la salud humana. En este trabajo se propone la adsorción como un método sencillo y eficaz para la eliminación de IBU del agua, utilizando almidón de maíz (AM) y almidón de maíz hidrolizado (AMH) como un nuevo tipo de adsorbente no convencional de bajo coste y de carácter renovable (Benavent-Gil, Y. and Rosell, C.M., 2017). Para la obtención del almidón de maíz hidrolizado se realizó la modificación textural del AM mediante hidrólisis enzimática, empleando una relación de masa entre las enzimas ($m_{\alpha\text{-amilasa}}/m_{\text{glucoamilasa}}$) 6:1 a diferentes temperaturas (40, 50 y 60°C), obteniéndose así tres materiales (AMH-40, AMH-50 y AMH-60), que fueron caracterizados textural y químicamente mediante diferentes técnicas. Asimismo, se llevaron a cabo estudios cinéticos de adsorción en batch, utilizando una disolución acuosa de IBU de concentración inicial 20 ppm y una dosis de adsorbente de 0,5 g L⁻¹. La cuantificación del contaminante se realizó en un cromatógrafo líquido de alta resolución con detector UV (HPLC-UV).

El análisis morfológico de los gránulos de almidón, realizado mediante SEM, mostró diferencias entre las distintas temperaturas que se utilizaron en el proceso de hidrólisis. La capacidad de adsorción en el equilibrio (q_e) de IBU sobre AMH-50 aumentó en comparación con el almidón original, obteniendo valores de q_e de 17,8 y 4,7 mg g⁻¹, para AMH-50 y AM, respectivamente. Este aumento en la eliminación del contaminante se puede atribuir a la generación de porosidad en la superficie y al aumento de los sitios ácidos. Así, el almidón hidrolizado se presenta como un adsorbente prometedor para la eliminación de contaminantes emergentes del medio acuoso.

Agradecimientos

Bárbara Pastén agradece su Beca de Doctorado Nacional ANID N°21212266 (Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, Chile). Además, parte de esta investigación ha sido desarrollada en el marco del Proyecto CATAD3.0 (PID2020-116478RB-I00).

Referencias

Benavent-Gil, Y., Rosell, C.M. (2017). Comparison of porous starches obtained from different enzyme types and levels. *Carbohydrate Polymers*, 157, 533-540. Doi: doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.10.047.

P76. Estudio comparativo de adsorción de ibuprofeno y paracetamol en disolución acuosa sobre diferentes materiales

B. Pastén¹, C. Matus¹, F. Ramírez¹, P. Baeza¹, J. Ojeda², S. Alvarez-Torrellas³, J. Carbajo³, J. García³

¹*Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Instituto de Química, Valparaíso.*

²*Universidad de Valparaíso, Valparaíso.*

³*Universidad Complutense de Madrid. Dpto. de Ingeniería Química y de Materiales. Grupo de Investigación de Catálisis y Procesos de Separación, Madrid.*

E-mail: barbara.pasten@pucv.cl

Resumen

Numerosos estudios han demostrado la presencia de contaminantes emergentes en las aguas, entre éstos los productos farmacéuticos han suscitado una creciente preocupación, debido a su toxicidad y peligro potencial para los organismos acuáticos y la salud humana. El grupo de fármacos más comunes y consumidos en todo el mundo son los antiinflamatorios no esteroideos (AINEs); dentro de este grupo se encuentran el ibuprofeno (IBU) y el paracetamol (APAP). En este trabajo se propone la adsorción como un método sencillo y eficaz para la eliminación de una mezcla IBU/APAP del agua sobre una serie de adsorbentes que han sido seleccionados por sus propiedades texturales y químicas, disponibilidad y bajo coste. Se trata de dos adsorbentes convencionales, el carbón activado (Cact) y la alúmina (Al), y el almidón de maíz poroso (AP), como adsorbente no convencional de bajo coste.

En este caso, se realizaron estudios cinéticos de adsorción en batch, utilizando una disolución acuosa con la mezcla de ambos fármacos ($C_0 = 20$ ppm de cada uno de ellos) y una dosis de adsorbente de $0,5 \text{ g L}^{-1}$. La detección y cuantificación se realizó en un cromatógrafo líquido de alta resolución con detector UV (HPLC-UV).

Los valores de capacidad de adsorción en el equilibrio (q_e) de IBU fueron de $27,85 > 16,12 > 11,65 \text{ mg g}^{-1}$, para Cact, Al y AP, respectivamente, mientras que los valores de q_e de APAP fueron de $21,41 > 8,34 > 3,43 \text{ mg g}^{-1}$, para Cact, Al y AP, respectivamente. Para ambos contaminantes se obtuvieron valores de capacidad de adsorción muy superiores en el caso del carbón activado, debido a que este material presenta una mayor superficie específica y diferentes grupos funcionales en su superficie que generan una mayor interacción con los fármacos (Blachnio, M. et al., 2017).

Agradecimientos

Bárbara Pastén agradece su Beca de Doctorado Nacional ANID N°21212266 (Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, Chile). Además, parte de esta investigación ha sido desarrollada en el marco del Proyecto CATAD3.0 (PID2020-116478RB-I00).

Referencias

Blachnio, M., Derylo-Marczewska, A., Charnas, B., Zienkiewicz-Strzalka, M., Bogatyrov, V., & Galaburda, M. (2020). Activated carbon from agricultural wastes for adsorption of organic pollutants. *Molecules*, 25(21), 5105. Doi: doi:10.3390/molecules25215105

P77. Materiales sostenibles gallegos eficientes en adsorción de contaminantes con potencial uso en Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN)

S. Arufe¹, V. Grobas¹, D. T. Ruwer¹, C. Martínez-García¹

¹ *Centro Tecnológico CETIM, Área ECO BIO Tecnologías. Parque Empresarial de Alvedro, calle H 20, 15180, Culleredo, A Coruña.*
(cmartinez@cetim.es)

Resumen

La adsorción, es uno de los procesos clave en la eliminación de contaminantes en SbN, que abarcan ecotecnologías de tratamiento eficientes. Debido a su confiabilidad y viabilidad económica, estas soluciones se aplican cada vez más para el tratamiento de aguas con alta carga de nutrientes o contaminadas con metales pesados. La investigación se centró en el estudio de la capacidad de adsorción de nitratos y metales por subproductos locales gallegos (conchas de ostras y biochar de gallinaza) que puedan emplearse como sustratos en SbN para tratamiento de aguas. Para ello, se realizaron pruebas cinéticas de adsorción e isothermas de Pb, Cu y N-NO₃⁻ con ambos materiales. Los datos experimentales se correlacionaron con las ecuaciones y modelos de isoterma y cinética de adsorción. En el estudio de isothermas, el biochar alcanzó una adsorción >90% del Pb y del Cu en todas las concentraciones estudiadas (2-0,12 mg Pb, 6-0,38 mg Cu), mientras que en la concha se alcanzó >90% del Pb y entre 65 -94 % del Cu. En relación con los tiempos de equilibrio, en el biochar fue a los 15 min para el Pb (99%) y a los 60 min para el Cu (98%), y un máximo de N-NO₃⁻ a las 8 horas (19%). En la concha, el equilibrio de Pb y Cu se ha alcanzado a 8 horas (96% Pb, 94% Cu), y a los 15 min para el N-NO₃⁻ (18%). En ambos materiales el modelo de pseudo-segundo orden presentó una mejor descripción de la adsorción. Las capacidades de adsorción teóricas obtenidas para la concha (0,40 mg Pb/g, 1,24 mg Cu/g y 4,29 mg N-NO₃⁻) y el biochar (0,40 mg Pb/g, 1,26 mg Cu/g y 0,46 mg N-NO₃⁻) son equivalente a las obtenidas experimentalmente, con excepción del nitrato en el biochar. Ambos materiales presentaron una buena retención de los contaminantes, sin embargo, el biochar presentó tasas más altas de eliminación en menores tiempos. Por lo tanto, las investigaciones llevadas a cabo han mostrado el potencial del biochar como sustrato adsorbente en SbN para tratamiento de aguas.

Agradecimientos

Esta investigación fue financiada con ayuda de la Axencia Galega de Innovación y Feder – Fondo Europeo de Desenvolvemento Rexional, en el marco de la Unidad Mixta de Investigación AQUATIM.

P78. Efecto sinérgico del tratamiento electromagnético con la cloración en agua de piscinas de leones marinos

N. Boluda-Botella^{1,3}, M. Saquete^{1,3}, C. Morales-Paredes^{1,2}, F. Díaz-Regañón³, E. Morales-Paredes⁴, R. Berenguer⁵, J. Rodríguez-Díaz^{2,4}

¹ *Universidad de Alicante, Instituto Universitario de Ingeniería de los Procesos Químicos. Alicante*

² *Universidad Técnica de Manabí, Instituto de Investigación, Laboratorio de Análisis Químicos y Biotecnológicos. Portoviejo*

³ *Universidad de Alicante, Instituto Universitario del Agua y las Ciencias Ambientales. Alicante*

⁴ *Universidad Técnica de Manabí, Departamento de Procesos Químicos. Portoviejo*

⁵ *Universidad de Alicante, Instituto Universitario de Materiales. Alicante*

E-mail del autor para la correspondencia: nuria.boluda@ua.es

Resumen

En piscinas de parques acuáticos donde viven animales como leones marinos, en ocasiones se permite el baño de personas que interactúan con ellos, por lo que se requiere una efectiva desinfección que asegure la salud de los bañistas, tratando de mantener bajos niveles de cloro para evitar perjudicar a los animales. Garantizar la calidad óptima de estas aguas representa importantes desafíos, como minimizar la cantidad de cloro adicionado, reducir la proliferación de algas y mantener los parámetros de calidad a los niveles que permite la legislación. Para ello en este estudio se aplicó tratamiento electromagnético (TEM) a aguas recogidas en dos épocas del año, realizando a escala de laboratorio ensayos en paralelo, con y sin TEM, manteniendo fija la concentración de cloro libre residual (0.5 mg L^{-1}). Los parámetros de control fueron pH, turbidez, DQO, COT, aniones y cationes. Los hallazgos reflejan que en ambos ensayos existió un efecto significativo del TEM en la evolución de los parámetros físico-químicos: la turbidez, se redujo en torno al 50 %, la DQO del efluente fue significativamente menor (8.81 mg L^{-1}) que la del efluente sin TEM (24.5 mg L^{-1}). Además, las algas proliferaron en menor medida en el los ensayos con TEM, potencialmente debido a la desestabilización e inactivación de estos organismos mediante el fenómeno físico-químico de electroporación. Destacar que el sistema con TEM registró un menor consumo de cloro, sugiriendo una baja formación de subproductos clorogénicos lo que demuestra una interesante sinergia entre TEM y cloración, ofreciendo ventajas tanto económicas, sanitarias como medioambientales.

Agradecimientos

Se agradece la financiación, así como la disponibilidad para la toma de muestras y ensayos en planta de la empresa Terra Natura-Benidorm, a través de Daniel Fracés, responsable de mantenimiento de las instalaciones.

P79. Estrategias para la mejora del fouling en reactores anaerobios de membrana: pretratamiento con ozono y uso de nanopartículas

E. Díaz-Domínguez^{1,2}, M. E. Ibañez-López^{1,2}, E. Veliz³, J.L. García-Morales^{1,2}

¹ *Facultad de Ciencias del Mar y Ciencias Ambientales, Departamento Tecnologías del Medio Ambiente.* ² *Instituto de Investigación Vitivinícola y Agroalimentaria (IVAGRO). Universidad de Cádiz.*

³ *Unidad de Desarrollo de Equipos y Sistemas. Dirección I+D+i. Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC). Cuba
encarnacion.diaz@uca.es*

Resumen

En el trabajo se ha desarrollado en un reactor termofílico (55°C) donde se realiza la fermentación oscura de un proceso de co-digestión de lodos y vinazas, primera fase de un sistema TPAD de separación de fases de temperatura. Este reactor cuenta con un sistema externo de membrana (cerámicas de microfiltración) que permite la obtención de un permeado rico ácidos grasos volátiles (AGV) y libre de sólidos en suspensión, puede ser utilizado como materia prima para procesos posteriores. Así como, un rechazo concentrado que se pasaría a una la etapa metanogénica mesofílica posterior. El presente estudio evalúa la eficacia del pre-tratamiento con ozono (O₃) y la adición de nanopartículas de hierro encapsuladas en carbono (NP), como estrategias de operación para minimizar el fouling de membrana (Zheng *et al.* 2010) del sistema de microfiltración, así como el rendimiento de generación del permeado, con particular atención al perfil de AGV (Pervez *et al.* 2022).

Los resultados confirman un aumento del volumen de permeado normalizado (L/gSTo) del 14% con el O₃ y del 23% con las NP. Asimismo, atendiendo a los AGV, se observa un mejor resultado de la combinación de O₃+NP, tanto en acidez total como en el perfil de ácidos generados, con mayores cantidades de ácido acético y butírico, ácidos de gran interés económico. Adicionalmente, se ha realizado una evaluación de la deshidratabilidad del efluente donde se observó una reducción significativa en la resistencia específica de la torta de un 18% al emplear O₃, un 66% en el caso de NP, y un notable 95% al combinar O₃+NP. Estos resultados suponen una mejora sustancial en su deshidratabilidad.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido cofinanciado por el Programa Operativo FEDER 2014-2020 y por la Consejería de Economía, Conocimiento, Empresas y Universidad de la Junta de Andalucía (FEDER-UCA18-107460). Los autores agradecen el contrato predoctoral de la Junta de Andalucía PREDOC-01870 (E. Díaz-Domínguez), así como a la empresa Smallops por el suministro de las nanopartículas.

Referencias

Pervez, Md Nahid et al. 2022. "Factors Influencing Pressure-Driven Membrane-Assisted Volatile Fatty Acids Recovery and Purification-A Review." *Science of the Total Environment* 817: 152993. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.152993>.

Zheng, Hang et al. 2010. "Experimental and Theoretical Investigation of Diffusion Processes in a Membrane Anaerobic Reactor for Bio-Hydrogen Production." *International Journal of Hydrogen Energy* 35(11): 5301–11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhydene.2010.03.002>.

P80. Ventajas e inconvenientes de la aplicación de la Ósmosis Directa en el escurrido de centrífuga de EDARU para concentrar nutrientes

**S. Navajas-Valiente¹, R. Mompó-Curell¹, M.J. Luján-Facundo^{1,2},
J.A. Mendoza-Roca^{1,2}, M.A. Bes-Piá^{1,2}**

¹ *Instituto Universitario de Seguridad Industrial, Radiofísica y Medioambiental (ISIRYM), Universitat Politècnica de València, Valencia, Spain*

² *Departamento de Ingeniería Química y Nuclear, UPV, Spain*

* *sanava@upv.edu.es*

Resumen

El escurrido de centrífuga es una corriente líquida generada en la línea de fangos de las EDARU. Esta corriente presenta una concentración elevada de nutrientes, como son el amonio y el fosfato (Soler-Cabezas et al., 2018). A su vez, también se caracteriza por tener una presencia alta de microplásticos (MPs) (Alavian Petroody et al., 2021).

Los ensayos de ósmosis directa para concentrar nutrientes se llevaron a cabo con la membrana FTSH2OTM Flat Sheet Membrane, de Sterlitech, cuyo área activa es de 0.0042 m². La alimentación fue escurrido de centrífuga y se compararon dos disoluciones de arrastre, cloruro sódico y sulfato de amonio. La caracterización de los nutrientes (nitrógeno fósforo) se llevó a cabo con kits de Merck. Respecto los MPs, se cuantificaron haciendo uso de un estereomicroscopio Leica S APO Zoom 8:1x.

En cuanto los resultados obtenidos se debe remarcar que si bien se consiguió la concentración de nutrientes mediante ósmosis directa, la concentración de MPs aumentó también de forma proporcional. De esta manera se alcanzaron concentraciones de más de 6000 mg/L de amonio, mientras que se superaron los 1000 MPs/L. Es por ello, que la combinación de la ósmosis directa con otra técnica de eliminación de MPs (por ejemplo la ultrafiltración) es fundamental para poder conseguir una corriente concentrada en nutrientes que no ponga en riesgo su aplicación debido a la concentración de MPs.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Ministerio de Ciencia e Innovación del proyecto PID2021-127468OB-I00.

Referencias

- Alavian Petroody, S. S., Hashemi, S. H., & van Gestel, C. A. M. (2021). Transport and accumulation of microplastics through wastewater treatment sludge processes. *Chemosphere*, 278, 130471. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130471>
- Soler, J. L., Mendoza, J. A., Vincent, M. C., & Luján, M. J. (2018). Simultaneous concentration of nutrients from anaerobically digested sludge centrate and pre-treatment of industrial effluents by forward osmosis. *Sep. Purif. Technol.*, 193, 289–296. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2017.10.058>

P81. Efectos del pre-tratamiento en sobrenadantes de digestión anaerobia para la posterior recuperación de nitrógeno mediante contactores de membrana.

C. Mateo-Defez¹, D. Esclapez², S. Doñate², J. Serralta³, A. Bouzas¹

¹ *Universitat de València, Departamento de Ingeniería Química, CALAGUA – Unitat Mixta UV-UPV. Avinguda de la Universitat s/n, 46100 Burjassot, Valencia, Spain*

² *Depuración de Aguas del Mediterráneo (DAM), Avenida Benjamín Franklin 21, Parque Tecnológico, 46980, Paterna, Spain*

³ *Universitat Politècnica de València, Institut Universitari d'Investigació d'Enginyeria de l'Aigua i Medi Ambient – IIAMA, CALAGUA – Unitat Mixta UV-UPV. Camí de Vera s/n, 46022 Valencia, Spain*

E-mail del autor para la correspondencia: carlos.mateo-defez@uv.es

Resumen

Los contactores de membrana son una tecnología prometedora para aplicar los principios de la Economía Circular al tratamiento de aguas, ya que permiten la recuperación de nitrógeno en forma de una sal de amonio que puede ser utilizada como fertilizante. Actualmente el grupo de investigación CALAGUA en colaboración con la empresa DAM está llevando a cabo la implantación de esta tecnología para tratar el sobrenadante de la deshidratación de la EDAR de Sagunto (Valencia). En este trabajo se analizan diferentes pre-tratamientos con el objetivo de subir el pH para desplazar el equilibrio hacia el amoniaco y reducir la concentración de sólidos suspendidos para evitar el ensuciamiento de los contactores de membrana. En los ensayos realizados se han evaluado 2 reactivos para subir el pH (sosa y cal), la adición de coagulantes (FeCl_3 o $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) y floculantes (polielectrolito) y 2 métodos de eliminación de sólidos (sedimentación y centrifugación). Los mejores resultados se obtuvieron al dosificar cal hasta valores de pH próximos a 12 y centrifugar la muestra a 3000 rpm durante 10 minutos, obteniendo porcentajes de eliminación del $81 \pm 26\%$ y concentraciones promedio de 65 ± 23 mg/L. Estos resultados están aún alejados de las condiciones óptimas de operación del contactor y se va a probar el empleo de una membrana cerámica de ultrafiltración. No obstante, hasta el momento se han realizado ensayos de recuperación de amonio, obteniéndose recuperaciones del $95 \pm 2\%$. Será necesario evaluar el funcionamiento a largo plazo del contactor bajo estas condiciones.

Agradecimientos

El trabajo ha contado con la colaboración y financiación de la empresa Depuración de Aguas del Mediterráneo (DAM) y de la Generalitat Valenciana a través de una Ayuda para la contratación de personal de apoyo vinculado a un proyecto de transferencia tecnológica (CIAPOT/2022/19).

P82. Uso de contactores de membrana para la recuperación de metano disuelto y la mejora de la calidad del biogás en un proceso AnMBR

R. Serna-García¹, P. Sanchis-Perucho¹, N. Morales², A. Bouzas¹, F. Rogalla², A. Seco¹

¹ CALAGUA – Unidad Mixta UV-UPV, Departament d'Enginyeria Química, Universitat de València, Avinguda de la Universitat s/n, 46100 Burjassot, Valencia.

² Aqualia Dep. de Innovación y Tecnología, Camino Santiago 40, E 28060 Madrid
E-mail del autor para la correspondencia: alberto.bouzas@uv.es

Resumen

La eliminación y recuperación del metano disuelto en procesos AnMBR (biorreactor anaerobio de membranas) así como la mejora del biogás generado a través de la eliminación de CO₂ y otras impurezas es necesaria para mejorar el rendimiento energético de estos procesos y obtener biometano de elevada calidad. En el marco del proyecto REWAISE (*REsilient WAter Innovation for Smart Economy*) se plantea el uso de contactores de membrana de fibra hueca (HFMC) para: i) mejorar la calidad del biogás obtenido en procesos AnMBR; ii) recuperar el metano disuelto en el efluente del AnMBR; todo con el fin de maximizar la recuperación de energía, la captura de CO₂ y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Para la mejora del biogás producido se evaluaron diferentes condiciones de operación (caudal de gas (Q_G), caudal de agua (Q_L) y tipos de membranas). Se emplearon módulos EXF-2.5x8 de polietileno/polipropileno y SP-2.5x8 de poliolefina/polipropileno (Liqui-Cel®, 3M™ (Wuppertal, Alemania)) y se evaluaron las configuraciones en serie de los módulos EXF-EXF y SP-EXF, así como la eficacia de cada módulo por separado, tratando un biogás sintético de composición (60% CH₄, 32% CO₂, and 8% N₂) similar al producido en un AnMBR. La combinación en serie de los módulos SP-EXF permitió alcanzar una corriente de salida con un 90% de metano. Así mismo, el módulo no poroso SP mostró una eficacia de eliminación de CO₂ 1,2 veces superior al módulo microporoso EXF operando con una relación Q_G:Q_L de 0,8:1. Para la recuperación del metano disuelto se utilizó un contactor de membrana EXF-2.5x8 (Liqui-Cel®, 3M™) aplicando vacío (375 a 875 mbar) en el lado del lumen, tratando entre 0,48 – 1,2 L/min de permeado del AnMBR con una concentración de 20,0 mg CH₄/L a 26,7°C, alcanzando recuperaciones entre el 80 y el 90%

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Comisión Europea y al Programa Marco de Investigación e Innovación Horizonte 2020 la financiación de esta investigación en el marco del proyecto REWAISE (869496). También se agradece el apoyo del Ministerio de Universidades español a través de una ayuda postdoctoral Margarita Salas (MS21-046) para la primera autora, financiada por la Unión Europea (*Next Generation*).

P83. Procesos de nanofiltración para el tratamiento de lixiviados de RSU

I. García¹, M. Matos^{1,2}, S. Luque¹, G. Gutiérrez^{1,2}, Á. Cambiella¹, J. R. Álvarez¹

¹*Universidad de Oviedo, Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente, Oviedo.*

²*Universidad de Oviedo, Instituto Universitario de Biotecnología de Asturias, Oviedo. garciafirene@uniovi.es*

Resumen

La nanofiltración se plantea como un tratamiento prometedor de aguas residuales debido a las ventajas que presenta frente a otros métodos (1). Esta técnica permite la eliminación de sales o contaminantes de bajo peso molecular que no pueden ser retirados mediante otros métodos debido a sus particulares características (2).

En la presente investigación se han estudiado procesos de nanofiltración aplicados al tratamiento de efluentes procedentes del tratamiento de lixiviados de vertedero de residuos sólidos urbanos (RSU) con el objetivo de reducir su carga en materia orgánica refractaria y salinidad antes de su vertido. Se han optimizado las variables de operación, prestando especial atención a obtener una mayor efectividad en la reducción de materia orgánica y conductividad y una menor generación de rechazo.

La corriente de entrada al proceso de nanofiltración ha sido tratada previamente en un biorreactor de membrana, en el que se elimina de forma efectiva el contenido amoniacal y orgánico biodegradable, pero que aún contiene altas cantidades de sales y una demanda química de oxígeno (DQO) en torno a 1.500 mg/L, de carácter refractario para el tratamiento biológico previo. Se han ensayado a escala de planta piloto dos membranas de nanofiltración (Filmtec NF90-2540 y Filmtec NF270-2540) con diferente porcentaje de rechazo de sales (98,7% y 97%, respectivamente) para comparar su rendimiento en condiciones similares de operación.

Se han realizado ensayos a concentración constante a diferentes presiones hasta 25 bar y se realizó un experimento de concentración hasta una recuperación del 80% del volumen inicial. Todas las corrientes de entrada, retenido y permeado fueron caracterizadas en términos de turbidez, conductividad y DQO.

Referencias

1. Mulyanti, R. y Susanto, H. (2018). Wastewater treatment by nanofiltration membranas. *IOP Conf Ser: Earth Environ Sci.* 142 (012017). DOI: 10.1088/1755-1315/142/1/012017.
2. Lastra, A. et al. (2004). Removal of metal complexes by nanofiltration in a TCF pulp mill: technical and economic feasibility. *J Membr Sci.* 242(1-2), 97-105. DOI: 10.1016/j.memsci.2004.05.012.

P84. Operación a largo plazo de una membrana permeable al gas para la recuperación de nitrógeno de un efluente de fermentación acidogénica

A. Serra-Toro¹, S. Peña-Picola¹, F. Barchello¹, S. Astals¹, F. Mas², J. Dosta¹

¹ *Universitat de Barcelona, Departamento de Ingeniería Química i Química Analítica, Grupo de Biotecnología Ambiental. Barcelona*

² *Universitat de Barcelona, Departamento de Ciencia de Materiales y Química Física, Barcelona*

E-mail del autor para la correspondencia: andreuseraitoro@ub.edu

Resumen

La tecnología de membranas permeables al gas (GPM) ha demostrado ser efectiva en la recuperación de nitrógeno amoniacal de efluentes residuales, generando una solución concentrada en sales amoniacales. Aunque estudios anteriores han investigado factores operativos como el pH y la temperatura (Serra-Toro et al., 2024), es necesaria más investigación para evaluar el impacto del ensuciamiento y el *wetting* en el rendimiento y la durabilidad de estas membranas. El ensuciamiento obstruye los poros, afectando la transferencia de nitrógeno (Rongwong y Goh, 2020), mientras que el *wetting* facilita la penetración de agua y ciertas moléculas (Wenting et al., 2023). Este estudio evaluó la resistencia a largo plazo al ensuciamiento y al *wetting* de una GPM comercial, utilizando líquido de fermentación de la fracción orgánica de residuos municipales para producir $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ sin prácticamente afectar el contenido de ácidos grasos volátiles (AGVs) del líquido de fermentación. El pretratamiento del líquido de fermentación antes de acceder al contactor de membrana consistió en una centrifugación y un ajuste del valor de pH alrededor de 9. En los ensayos a largo plazo se registró una recuperación de nitrógeno superior al 95% hasta el día 24, cuando comenzó a disminuir debido al ensuciamiento. También se observó el fenómeno de *wetting* a partir del día 10 de operación, evidenciado por una mayor difusión de ácidos carboxílicos a medida que avanzaba el proceso. Como conclusión, este estudio demuestra la viabilidad de obtener una solución de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ entorno al 20% en peso utilizando la tecnología GPM para el tratamiento de efluentes reales y la necesidad de seguir estudiando estrategias de prevención de ensuciamiento y *wetting* en la operación a largo plazo.

Agradecimientos

Proyecto TED2021-123422B-I00 financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (España). Beca predoctoral 2022_FISDU_00140 (S. Peña) financiada por la Generalitat de Cataluña.

Referencias

Rongwong W, Goh K (2020) Resource recovery from industrial wastewaters by hydrophobic membrane contactors: A review. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 8, 104242. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104242>

Serra-Toro, A., Ben Hammou, Y., Cardete-Garcia, A., Astals, S., Valentino, F., Mas, F., Dosta, J. (2024) Ammoniacal nitrogen recovery from swine slurry using a gas-permeable membrane: pH control strategies and feed-to-trapping volume ratio. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-32193-5>

Wenting, Z., Yuanmiaoliang, C., Xiaojia, H., Zhangxin, W. (2023). Mechanistic insights to the reversibility of membrane wetting in membrane distillation. *Journal of Membrane Science*. 685, 121958. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2023.121958>.

P85. Ensayo agronómico y de fitotoxicidad de los biosólidos procedentes de la codigestión anaerobia de lodos y residuos agroalimentarios

M. Pérez, L. Sillero, R. Solera

*Universidad de Cádiz. Departamento Tecnologías del Medio Ambiente, IVAGRO.
Grupo de Investigación: TEP 181.*

Resumen

Se analizan las propiedades agronómicas de los efluentes procedentes de la codigestión anaerobia de lodos de EDAR y residuos agroalimentarios (vinazas de vino y estiércol avícola) en un proceso con separación secuencial de temperatura (termofílica-mesofílica) y en fase de microorganismos (acidogénicos-metanogénicos). El proceso de codigestión se llevó a cabo con éxito para un tiempo hidráulico de retención (THR) de 17 días en total (5 días en fase acidogénica-termofílica + 12 días en fase metanogénica-mesofílica). Los rendimientos del proceso fueron 40 mL H₂/gSV y 391 mLCH₄/gSV para la primera y segunda etapa, respectivamente. El efluente final presentó una eliminación superior al 98% de *E. coli* y *coliformes totales* y una eliminación total de *Salmonella*. Estos valores permiten clasificarlo como biosólidos clase A para su uso como biofertilizante según la normativa americana y europea. Tras someterlos a ensayos de fitotoxicidad, el efluente mostró propiedades fitonutrientes, siendo la concentración al 20% de biosólido la que presentó el mayor índice de germinación (IG) (145,30%). Finalmente, el ensayo agronómico realizado con cultivos de fresa (*Fragaria sp.*) se demostró que su adición provocó un incremento del 145% en peso fresco y del 102,5% en peso seco, y la producción de frutos se duplicó respecto al testigo. Por tanto, el proceso de codigestión anaerobia de lodos, vinaza y estiércol avícola permite la valorización energética de los citados residuos a la vez que un biofertilizante con propiedades agronómicas, contribuyendo al modelo de economía circular.

Agradecimientos

Esta publicación forma parte del proyecto PID2021-123174OB-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE

Referencias

L. Sillero, M. Perez, R. Solera (2024) Agronomic and phytotoxicity test with biosolids from anaerobic CO-DIGESTION with temperature and micro-organism phase separation, based on sewage sludge, vinasse and poultry manure. YJEMA_120146.

P86. Aislamiento e identificación de fagos contra bacterias resistentes a los antibióticos en sistemas de depuración

P. Maza-Márquez^{1,2}, J. Gonzalez-Lopez^{1,2}, B. Rodelas^{1,2}

¹*Instituto del Agua, Universidad de Granada, Grupo de Investigación RNM240. Granada*

²*Universidad de Granada, Departamento de Microbiología, Grupo de Investigación RNM240. Granada
paulamaza@ugr.es*

Resumen

La emergencia y diseminación de genes de resistencia a los antibióticos (ARGs) y la proliferación de bacterias resistentes a los antibióticos (ARB) son amenazas globales para la salud humana, y se prevé que las muertes debidas a infecciones por bacterias multirresistentes se multipliquen por diez en 2050 si no se toman medidas (Tackling antimicrobial resistance 2019-2024). Aunque las plantas de tratamiento de aguas residuales (EDAR) son esenciales para garantizar la salud pública y seguridad de las sociedades humanas, destacan como puntos críticos para la dispersión de ARGs y ARB (Jendrzewska and Karwowska 2018).

En este estudio se analizaron por metagenómica 5 plantas reales de tratamiento de agua residual ubicadas en la provincia de Granada. Preliminares análisis han revelado > 1000 ARGs, encontrando antimicrobianos mayoritarios de vancomicina (con los genes *vanW*, *vanJ*, *vanY*), betalactámicos (*penP*, *blaI*), CAMPs (*phoQ*, *dltA*, *dltC*), hidroperóxidos (*ohrR*), tiopéptidos (*tipA*), carbapenems (*cusS*, *copS*, *silS*), tetraciclina (*tetA*) y fosmidomicina (*fosX*). Además, se han encontrado genes relacionados con patógenos prioritarios con resistencia crítica a los antibióticos, como *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* resistente a los carbapenems, genes de resistencia a la vancomicina dentro de varias familias como *Nocardioideaceae/ Mycobacteriaceae* o *Enterobacteriaceae* resistentes a los carbapenems. En los datos del metagenoma, se han detectado > 4000 genes relacionados con virus/bacteriófagos. Con el objetivo de desarrollar herramientas de control contra las superbacterias letales, se ha procedido al aislamiento y la caracterización genómica de bacteriófagos, aislando hasta el momento fagos líticos contra *Salmonella* entérica y *E. coli*.

Agradecimientos

Este resultado es parte del proyecto de I+D+i A-EXP-076-UGR23, cofinanciado/a por la Consejería de Universidad, Investigación e Innovación y por la Unión Europea con cargo al Programa FEDER Andalucía 2021-2027

Referencias

Jendrzewska and Karwowska 2018. The influence of antibiotics on wastewater treatment processes and the development of antibiotic-resistant bacteria. *Water Sci Technol.* 77:2320–6.

P87. Developing a pilot-scale rotating drum bioreactor for the treatment of agricultural rinse wastewater

E. Beltrán-Flores*, P. Blánquez, M. Sarrà

Universitat Autònoma de Barcelona, Departament d'Enginyeria Química, Biològica i Ambiental, BioremUAB, Barcelona.

E-mail del autor para la correspondencia: eduardo.beltran@uab.cat

Resumen

The excessive or irresponsible use of pesticides poses a serious environmental risk that urges the implementation of appropriate pesticide management measures based on good practices in the agricultural sector. Particular attention should be paid to agricultural rinse wastewaters (RWWs), which are pesticide-concentrated discharges produced during the washing of agricultural machinery. In this regard, RWWs could be successfully treated through fungal bioremediation by white-rot fungi (WRF), whose versatile enzymatic system enables them to degrade a wide variety of pollutants, including pesticides [1]. In fact, a recent study reported the treatment of RWWs by a lab-scale rotating drum bioreactor (RDB) with *T. versicolor* immobilized on wood chips, achieving 87% pesticide removal [2]. The promising results shown in this study motivate the scaling-up of the RDB for the evaluation of its performance under more realistic conditions. Thus, the aim of this work is to design, construct, and operate a pilot scale RDB (500 L) with *T. versicolor* immobilized on apple wood for the *in-situ* treatment of RWWs. These effluents were collected from agricultural ponds distributed across various experimental farms in Girona (Catalonia), where different pesticides were found in concentrations of up to 5 ppm. Several technical challenges regarding the RDB scale-up process were addressed, such as temperature control over extended periods, mechanical design of the drum support, low homogenization, pesticide volatilization, and renewable energy supply. The findings of this study could represent a key step in the implementation of fungal bioremediation technology in real applications.

Agradecimientos

TED2021-130639B-I00/AEI/10.13039/501100011033/ Unión Europea
NextGenerationEU/PRTR.

Referencias

- [1] Beltrán-Flores, et al., 2024. Chemosphere 352.
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.141283>
- [2] Beltrán-Flores, et al., 2023. J Environ Manage 325.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116595>

P88. Oxidación biocatalítica del 5-HMF con *Bacillus nitratireducens* aislado de bagazo de caña de azúcar

F. Ridella¹, M. Becerra², M. Rendueles¹, M. Díaz¹

¹ *Universidad de Oviedo, Departamento Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente, Grupo Tecnología de Bioprocesos y Reactores. Oviedo.*

² *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Departamento de Ingeniería Química y Ambiental. Tunja.*

E-mail del autor para la correspondencia: ridellaflorencia@uniovi.es

Resumen

El tratamiento de residuos lignocelulósicos requiere de un pretratamiento para generar azúcares fermentables, y facilitar de esta forma su degradación por vía biológica. Sin embargo, es habitual la formación de subproductos como el 5-hidroximetilfurfural (5-HMF) durante la hidrólisis de hexosas. El 5-HMF, un compuesto tóxico, que inhibe el crecimiento de varios microorganismos, lo que plantea un desafío para la producción posterior de biocombustibles y productos químicos (1). Por esta razón, el objetivo de este estudio se basa en la oxidación biocatalítica de 5-HMF por *Bacillus nitratireducens*, aislado desde bagazo de caña de azúcar. Según la literatura científica disponible, esta reacción nunca ha sido reportada por esta cepa *Bacillus* con anterioridad. Inicialmente, se realizó una caracterización genotípica y fenotípica para clasificar taxonómicamente el microorganismo, incluyendo la secuenciación masiva de su genoma. Posteriormente, se evaluó la eficiencia de la oxidación de 5-HMF bajo condiciones aeróbicas. El producto principal de esta oxidación biocatalítica fue identificado como ácido 5-hidroximetil-2-furancarboxílico (HMFCa), reconocido por su versatilidad en diversas aplicaciones industriales, incluyendo su papel como precursor de poliésteres y ácido tereftálico renovable, así como monómero en la producción de tereftalato de polietileno. Posteriormente, se utilizó la Metodología de Superficie de Respuesta (RSM) para optimizar el proceso. Los resultados obtenidos muestran que, bajo condiciones específicas, incluyendo una concentración de 5-HMF de 3 mM, pH 5.6 y temperatura de 30°C durante 24 horas, se logra una producción óptima de HMFCa. La validación del modelo reveló un rendimiento de HMFCa del 91%, ligeramente superior al 88% predicho. Este estudio destaca la importancia de la biocatálisis para la conversión eficiente del 5-HMF y su potencial para aplicaciones industriales sostenibles.

Referencias

R. Cang, L.-Q. Shen, G. Yang, Z.-D. Zhang, H. Huang, y Z.-G. Zhang (2019). Highly Selective Oxidation of 5-Hydroxymethylfurfural to 5-Hydroxymethyl-2-Furancarboxylic Acid by a Robust Whole-Cell Biocatalyst. *Catalysts*, vol. 9 (6), 6.

P89. Optimization of PHB production with isolated cyanobacteria strains from environmental water bodies using secondary treated wastewater

A. Lage Julià^{1*}, E. Berrendero Gómez², E. González Flo¹, J. Garcia Serrano¹

¹ *Universitat Politècnica de Catalunya, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Grupo de Ingeniería y Microbiología Ambiental. Barcelona*

² *Universidad Miguel Hernández, Departamento de Biología Aplicada, Grupo de Biodiversidad, Taxonomía, Filogenia, Ecofisiología y Biotecnología de algas. Elche*
E-mail del autor para la correspondencia: artai.lage@upc.edu

Abstract

The increasing concern about environmental pollution has led to the search for sustainable alternatives based on bioplastic products, thus, avoiding petroleum derivatives. Among these alternatives, one solution are bioplastics derived from cyanobacteria. Those microorganisms are capable of producing polyhydroxybutyrate (PHB), a natural form of plastic (Kaewbai et al.,2023). Five different strains of cyanobacteria were isolated from environmental samples to test their PHB production at different media conditions in order to find the optimal conditions for PHB production. Cultures were set in both modified BG11 media (without nitrogen, phosphorus and inorganic carbon) and secondary treated wastewater. One and the other media were tested at different acetate concentrations (0 g/L, 0.6 g/L and 4 g/L) in 50mL tubes. All tubes were inoculated with a biomass concentration of 0.4g/L VSS and homogenized with nitrogen gas aeration under darkness conditions for seven days. Results show that the optimal conditions for maximum PHB production are found in the isolated culture of *Synechocystis* sp. using modified BG-11 medium with a 0.6 g/L acetate concentration. Under these conditions *Synechocystis* sp. was able to produce up to 10-fold the productivity compared to other strain counterparts. For all strains, secondary treated wastewater diminished PHB production. Resulting in an increase of acetate concentration to reach the same PHB values as the ones found in modified BG11 media at lower acetate levels. Biomass quantity remained stable at 0.4g/L VSS after the 7-day inoculation for all strains in every condition except for the *Synechococcus* sp. strain that diminished its biomass concentration after one week grown in secondary treated wastewater. Finally, the data obtained can serve as a basis for creating bioplastics which act as biodegradable raw materials that are environmentally friendly.

Aknowledgements

This research has received funding from Programa Estatal de I+D+i. Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades under grant agreement No. J-02893 (CYAN2Bio project).

References

Kaewbai-Ngam, J., Incharoensakdi, A., & Monshupanee, T. (2023). Determination of Poly(3-hydroxybutyrate) Content in Cyanobacterium *Synechocystis* sp. PCC 6803 Using Acid Hydrolysis Followed by High-performance Liquid Chromatography. *Bio-protocol*, 13(16). doi: [10.21769/BioProtoc.4790](https://doi.org/10.21769/BioProtoc.4790)

P90. Evaluación de un nuevo biorreactor de flujo continuo para el tratamiento de aguas residuales mediante la tecnología de fango aeróbico granular

A. Rosa-Masegosa¹, B. Muñoz-Palazon², A. Gonzalez-Martinez¹, J. Gonzalez-Lopez¹

¹ *Universidad de Granada, Departamento de Microbiología, RNM-270. Granada*

² *Università degli Studi della Tuscia, Dipartimento di Scienze Ecologiche e Biologiche. Viterbo (Italia)*

E-mail del autor para la correspondencia: aurorarm@ugr.es

Resumen

Los sistemas de tratamiento de fango aeróbico granular (AGS) permiten la eliminación simultánea de diferentes contaminantes mediante reactores más compactos y menos costosos que los de tecnologías convencionales. Tradicionalmente, la tecnología AGS se ha operado en reactores secuenciales, que facilitan la selección de gránulos densos. Sin embargo, las investigaciones recientes se centran en desarrollar reactores de flujo continuo (CFR), que facilitan la construcción, la operación y el mantenimiento de los biorreactores, además de tratar mayores caudales de forma más práctica (Kent et al., 2018). Los CFR creados presentan problemas, ya que tienen un diseño complejo o se basan en la recirculación del fango, dañando la estructura granular. Por ello, se requiere el diseño de un CFR simple que permita el buen desarrollo de la biomasa granular. Ante este desafío, se propusieron y evaluaron 4 nuevos diseños de CFR-AGS, de entre los que se seleccionó el que permitió desarrollar una biomasa granular estable, con una eliminación de la materia orgánica del hasta el 95%. Tras la selección del nuevo diseño, se evaluó su capacidad para operar a distintos tiempos de retención hidráulica y con diferentes tasas de carga orgánica típicas de agua residual urbana, donde se comprobó que el nuevo diseño es robusto, por lo que representa una buena alternativa para tratar agua residual urbana.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Programa Operativo FEDER de Andalucía 2014-2020 (B-RNM-137-UGR18). Aurora Rosa Masegosa es beneficiaria de un contrato de FPU del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Referencias

Kent, T.R., Bott, C.B. and Wang, Z.W. (2018). State of the art of aerobic granulation in continuous flow bioreactors. *Biotechnology Advances*. 36, 1139–1166. doi:10.1016/j.biotechadv.2018.03.015

P91. Oportunidades para la recuperación bioelectroquímica de amonio de aguas residuales

A. Guisasola¹, D. Fernández-Verdejo¹, M. B. Galeano¹, M. Sulonen², J. A. Baeza¹

¹*GENOCOV, Departament d'Enginyeria Química, Biològica i Ambiental, Universitat Autònoma de Barcelona* ²*VTT Technical Research Centre of Finland*

Albert.guisasola@uab.cat

Resumen

El interés por la recuperación amonio crece debido a los altos costos relacionados con su eliminación de las aguas residuales, sus efectos adversos para la salud y el medio ambiente y los altos requerimientos energéticos relacionados con su producción mediante el proceso Haber-Bosch. Además, el amonio es una prometedora fuente de almacenamiento de energía renovable, libre de carbono y con una gran densidad volumétrica de hidrógeno. Los sistemas bioelectroquímicos (BES) ofrecen una solución dual, proporcionando una alternativa sostenible para eliminar el nitrógeno amoniacal de las corrientes residuales y simultáneamente recuperarlo como un producto de valor añadido [1].

La presentación oral se centrará en explicar los fundamentos de la recuperación de amonio de aguas residuales con alto contenido de N mediante BES de tres cámaras (ánodo, cátodo y cámaras de recuperación). Una de las novedades son los electrodos con difusión de gas (GDE) a base de níquel. El amonio pasa del cátodo a la cámara de recuperación mediante GDEs donde se recupera como sulfato de amonio mediante una solución de ácido sulfúrico. El amonio se transfiere entre ánodo y cátodo mediante un balance de cargas generado por la corriente proporcionada por la degradación de la materia orgánica, en una reacción mediada por una biopelícula electroactiva adherida a la superficie anódica. Además, la presentación discutirá los números obtenidos en los últimos dos años en los que se emplearon varios materiales y modos operativo para optimizar la eficiencia del proceso con densidades de corriente consistentemente altas ($>30 \text{ A/m}^2$) y tasas de recuperación de amonio ($> 60 \text{ g N-NH}_4^+/\text{m}^2/\text{d}$). Estas altas tasas se combinaron con altas eficiencias de recuperación de amonio ($>90 \%$) y bajas demandas de energía ($<2 \text{ kWh/kg N-NH}_4^+$) sin mostrar aparentemente un deterioro en su rendimiento durante el largo tiempo. operaciones de tiempo.

Finalmente, la presentación comparará estos resultados con otras tecnologías actuales para recuperar amonio y discutirá las oportunidades que hacen de esta configuración BES una tecnología prometedora para la recuperación de amonio.

Referencias

- [1] Galeano MB, Sulonen M, Ul Z, Baeza M, Baeza JA, Guisasola A. Bioelectrochemical ammonium recovery from wastewater: A review. *Chemical Engineering Journal* 2023;472. <https://doi.org/10.1016/j.cej>.

P92. Biorrefinería Porcina: Avances en la Gestión Sostenible de Purines

A. Prado¹, A. Serra-Toro², M. Ventura¹, Y. Segura¹, I. Pariente¹, J.A. Melero¹, F. Martínez¹, S. Astals², F. Mas³, J. Dosta², D. Puyol¹

¹Universidad Rey Juan Carlos, Departamento de Tec. Quím. y Ambiental, Móstoles.

²Universidad de Barcelona, Departamento de Ing. Química y Química Analítica, Barcelona.

³Universidad de Barcelona, Dep.o de Ciencia de Materiales y Química Física, Barcelona.

E-mail del autor para la correspondencia: amanda.prado@urjc.es

Resumen

Los purines de cerdo son una preocupación ambiental. La Comisión Europea aborda la contaminación causada por el exceso de nitrógeno mediante la Directiva de Nitratos 91/676/EEC. En España, las granjas generan 70 Mm³/año de purines, careciendo de gestión adecuada (Djekic et al., 2015). La digestión anaerobia (DA) se ha implementado como tratamiento eficaz para la eliminación de materia orgánica y producción de biogás, aunque presenta limitaciones como tasas de hidrólisis lentas e inhibición por nitrógeno amoniacal (N-NH₃) (Yenigün, O. et al., 2013).

Con el objetivo de incorporar el paradigma de la economía circular a la ganadería porcina, se ha desarrollado el concepto de biorrefinería. En este estudio se ha implementado un novedoso tratamiento en etapas secuenciales. Primero, se utiliza un sistema de membrana permeable a gases (GPM) (Serra-Toro et al., 2022) para recuperar N-NH₃ de la fracción líquida de purines (1,1 gN L⁻¹, pH ajustado a 9) utilizando una disolución atrapadora ácida (HCl pH 1). La eficiencia de recuperación es superior al 95% en menos de 3h. Posteriormente, se llevó a cabo una DA para evaluar la producción de biogás mediante pruebas de Potencial Bioquímico de Metano (BMP). Se observó que, al minimizar la concentración de amonio, la producción de biometano incrementó 5,6 veces, alcanzando valores máximos de 340 LCH₄ kgVS⁻¹. El N-NH₃ recuperado es utilizado en un proceso fotobioelectroquímico para crecer en condiciones de fotoautotrofia bacterias fototróficas púrpura (PPBs) que fijan el CO₂ del biogás, consiguiendo un enriquecimiento en biometano. Además, las PPB tienen un alto contenido proteico, haciéndolas atractivas para para la industria alimentaria. Estos avances son clave para la sostenibilidad en la gestión de residuos porcinos.

Agradecimientos

Los autores agradecen al MINECO de España el apoyo financiero proporcionado a través del proyecto VALPIG4FOOD (TED2021-129595B-100).

Referencias

- Djekic, I., Radović, Č., Lukić, M., Lilić, S., & Stanišić, N. (2015). *MESO*, 17(5), 469-476.
- Yenigün, O., & Demirel, B. (2013). *Process Biochemistry*, 48(5-6), 901-911.
- Serra-Toro, A., Vinardell, S., ... & Dosta, J. (2022). *Bioresource Technology*, 356, 127273.

P93. Implantación del oxígeno líquido para aumentar la eficiencia del tratamiento biológico en una EDAR con vertidos agroindustriales

I. Ilzarbe¹, M. de Gracia², A. López¹, J. Gómez¹

¹ *Navarra de Infraestructuras Locales S.A. (NILSA). Pamplona, Navarra*

² *Nippon Gases. Hernani, Guipúzcoa*

E-mail: iilzarbe@nilsa.com

Resumen

El tratamiento de vertidos industriales asimilables a urbanos en las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDARs) supone un desafío debido a su alta variabilidad temporal y carga contaminante. Este es el caso de la EDAR de Monteagudo (Navarra) que trata una media de 2500 h.e. la mayor parte del año y durante cuatro meses la carga tratada se incrementa hasta los 15000 h.e. debido a un vertido agroindustrial. Esta EDAR consta de un sistema biológico de película fija integrada (IFAS) diseñado para cargas habituales, con dificultad para gestionar los meses de altas cargas.

En este trabajo exploramos un método alternativo para aumentar la capacidad del proceso biológico sin necesidad de aumentar el volumen del IFAS que consiste en utilizar la inyección de oxígeno líquido (OL). La transferencia de oxígeno (RTO) con OL alcanza 7500-9000 mgO₂/m³/día, cinco veces superior a la RTO de la aireación convencional. Los estudios sugieren la obtención de tasas de tratamiento más rápidas con concentraciones de biomasa más altas y tiempos de retención hidráulica (TRH) más cortos (Skouteris et al., 2020).

El presente estudio se realizó de 2017 a 2022, durante este periodo se probó y verificó el uso de OL. Se implementó tecnología de Nippon Gases, incluyendo equipos de inyección específicos y un sistema de monitoreo continuo del proceso mediante el sistema MiruGas. Los resultados del estudio evidenciaron que el uso de OL incrementó efectivamente la capacidad del proceso de tratamiento de la EDAR, alcanzando valores de hasta 9 kg DQO/m³/d, sin necesidad de aumentar el volumen del proceso biológico. Este enfoque no solo mejoró la capacidad de tratamiento de los vertidos agroindustriales temporales, sino que también evitó una inversión significativa en la remodelación de la EDAR. Actualmente, este tratamiento se emplea anualmente durante la temporada de vertidos agroindustriales.

Referencias

Skouteris, G., Rodriguez-Garcia, G., Reinecke, S.F. and Hampel, U. (2020). The use of pure oxygen for aeration in aerobic wastewater treatment: A review of its potential and limitations. *Bioresource Technology* <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123595>

P94. Fermentación acidogénica en régimen continuo del agua de proceso de la carbonización hidrotermal de residuo alimentario:

Efecto del pH

M.P. Díez¹, E. Diaz^{1*}, E. Barahona^{1,2}, M.A. de la Rubia¹, L.S. Mecón^{1,3}, L. Barroso¹, L. Martinez-Sanchez¹, J. Colin¹, B. Chiguano¹, E. Subtil^{1,4}, M. Tobajas¹, A. Polo¹, A.F. Mohedano¹, J.J. Rodriguez¹

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

²Universidad Rey Juan Carlos, Dpto. Biología y Geología, Física y Química Inorgánica, Madrid. ³Facultad de Ingeniería, Universidad del Bosque, 110111, Bogotá, Colombia. ⁴Universidade Federal do ABC (UFABC), Centro de Ingeniería, Modelado y Ciencias Sociales Aplicadas (CECS), São Paulo, Brasil. *elena.diaz@uam.es

Resumen

El agua de proceso generada en la carbonización hidrotermal (180 °C, 1 h) de residuo alimentario presenta características adecuadas (60,7 g_{DQO}/L; 3,4%_{p/p} carbohidratos) para ser empleada como sustrato en fermentación acidogénica. Este proceso biológico consiste en la transformación de la materia orgánica mediante bacterias acidogénicas en productos de valor añadido, principalmente hidrógeno y ácidos grasos volátiles (AGV).

Se realizaron ensayos en régimen discontinuo para optimizar el pretratamiento del inóculo (térmico, ácido o alcalino) procedente del digester anaerobio de una planta depuradora de aguas residuales. La mayor producción de H₂ (54,5 mL H₂/g_{DQO}) se alcanzó con el inóculo pretratado por temperatura (105 °C, 1 h), a una relación sustrato-inóculo de 1,6 y un pH inicial de 5,5. Los ensayos en modo continuo se realizaron en un reactor tanque agitado de 3 L de volumen de trabajo, operando con una tasa de carga orgánica de 5 g_{DQO}/L·d y un tiempo de retención hidráulico de 5 d. Se estudió el efecto del pH (4,8, 5,3 y 6,0) sobre la producción de hidrógeno y AGVs. El estado estacionario se alcanzó a los 10 - 15 días del inicio de cada experimento. La mayor producción de H₂ (39,5 mL H₂/g_{DQO}; 48%_{v/v} H₂) se logró a pH 4,8, mientras que la mayor concentración de AGV se consiguió a pH 6,0 (8,5 g_{DQOeq}/L). El análisis taxonómico del inóculo de partida y de los efluentes del reactor obtenidos a los diferentes valores de pH en el estado estacionario mostró mayor concentración de géneros productores de hidrógeno a pH 4,8, *Caproiciproducens* y *Clostridium*, mientras que a pH 6,0 el género dominante *Actinomyces* se asoció a la producción de AGV mediante rutas de transformación diferentes a las de producción de hidrógeno.

Agradecimientos

Proyecto PID2022-138632OB-I00 financiado por MCIN/ AEI / 10.13039/501100011033 / FEDER, UE. M.P. Díez agradece al MICINN y al ESF la beca de investigación PRE2020-094041.

P95. Dirigiendo la composición de los polihidroxicanoatos producidos a partir de mezclas de ácidos grasos volátiles

Y. López-Garabato^{1*}, A. Mosquera-Corral¹, A. Pedrouso¹

¹ *Instituto CRETUS, Universidade de Santiago de Compostela, Departamento de Ingeniería Química, Biogroup, Santiago de Compostela, España.*

E-mail del autor para la correspondencia: yolandalopez.garabato@usc.es

Resumen

Los polihidroxicanoatos (PHA) son biopolímeros con propiedades similares a los plásticos de origen petroquímico producidos naturalmente por algunos microorganismos como reserva de carbono. En el contexto de la economía circular, el uso de cultivos microbianos mixtos (CMM) permite emplear sustratos de bajo coste, como son los residuos (Raza et al. 2018). La composición del PHA producido determina sus propiedades y, por tanto, sus aplicaciones potenciales (Raza et al. 2018).

En el presente estudio, se evaluó la capacidad de acumulación de PHA de un CMM, enriquecido a partir de lodos activos, usando ácidos grasos volátiles (AGV) como sustrato. Se diseñaron mezclas sintéticas de AGV (acético, propiónico, butírico y valérico) para lograr la acumulación dirigida de PHA con la composición objetivo de PHB:PHV, de 88:12 y 77:23, cuyas propiedades son similares al polipropileno y polietileno, respectivamente. La composición del PHA obtenido se mantuvo cuando se empleó la mezcla de AGV, similar a la objetivo, procedente de la fermentación de residuos pesqueros. Destaca la capacidad del CMM para adaptarse a cambios en la composición de AGV sin necesidad de aclimatación previa, para obtener PHA con propiedades diversas.

Por tanto, es posible diseñar mezclas de AGV y/o predecir la composición del PHA acumulado, y por tanto su potencial aplicación, a partir de una mezcla de AGV de corrientes residuales debido a la versatilidad del CMM enriquecido.

Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado por el Gobierno de España a través de los proyectos BIOCENPLAS (2021-PN070) y ECOPOLYVER (PID2020-112550RB-C21), y la Xunta de Galicia a través del contrato postdoctoral ED481B-2021-041.

Referencias

Raza, Z.A., Abid, S. and Banat, I.M. (2018) Polyhydroxyalkanoates: characteristics, production, recent developments and applications. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 126, 45-56. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2017.10.001>

P96. Obtención de ácidos grasos volátiles a partir de agua de proceso de carbonización hidrotermal de lodos de depuradora

L. Martínez-Sánchez¹, C. Díaz-Padilla¹, M. Tobajas¹, A.F. Mohedano¹, E. Díaz¹, A. Polo¹, M. Pérez¹, J. Colin¹, B. Chiguano¹, J.J. Rodríguez¹, M.A. de la Rubia¹

¹ *Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ingeniería Química, 28049 Madrid, España.*

E-mail del autor para la correspondencia: angeles.delarubia@uam.es

Resumen

El agua de proceso obtenida de la carbonización hidrotermal (CHT) (230 °C, 45 min) de lodo secundario de EDAR espesado, se ha utilizado como sustrato en el proceso de fermentación acidogénica para la producción de ácidos grasos volátiles (AGV).

El inóculo utilizado en los ensayos procede de un digestor anaerobio de EDAR tras ser sometido a pretratamiento térmico (105 °C, 1 h) para eliminar los microorganismos metanógenos. Los ensayos se llevaron a cabo en régimen mesofílico (35 (1) °C) de temperatura y en modo discontinuo de operación, utilizando como sustrato el agua de proceso obtenida al filtrar el producto de reacción de CHT por una malla de 0,5 mm y por filtros de 0,45 µm de tamaño de poro, respectivamente. Además, se ha determinado el efecto del pH inicial del ensayo sobre la producción de AGV, operando al pH original (7,2-7,3) de las aguas de proceso y tras ajustarlo a 5,5 (con HCl 2N) y a 9,0 (con KOH 2N), respectivamente. La evolución del proceso se estudió mediante sacrificio de muestras a lo largo de 30 d de ensayo determinando sólidos totales y volátiles, pH, AGV, DQO total y soluble, así como glucosa, ácido láctico y etanol. El volumen y composición del biogás producido se analizó y comparó con un control de glucosa.

La máxima producción de AGV se obtuvo para el agua de proceso filtrada por 0,45 µm al pH original, alcanzando concentraciones de 9 g DQO/L de AGV totales. Los ensayos realizados a pH 9,0, dieron lugar a concentraciones de AGV de 8,5 g DQO/L, para ambos grados de filtración y, el agua filtrada por malla sin modificación de pH dio lugar a 7,7 g DQO/L. En los ensayos realizados a pH 5,5 no se observó acumulación de AGV, manteniéndose la producción en valores de 1,7 g DQO/L desde el inicio al final del ensayo. El biogás producido está compuesto por CO₂ e H₂, no detectándose metano, si bien los volúmenes fueron muy inferiores a los del control, probablemente debido a que el pH óptimo de producción de AGV no coincide con el de máxima producción de H₂.

Agradecimientos

«El estudio es parte del proyecto TED2021-130287B-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea “NextGenerationEU”/PRTR»

P97. Tratamiento biológico de los lixiviados de vertederos mediante humedales artificiales ROSEAULIX®

**J-L. Mangiacotti¹, P. Pomarede¹, N. Seyve¹, A. Joubert¹, M. Dubost¹, E. Lasserre¹,
G. Braly¹, A. Sabanes², D. Silvero²**

¹ Serpol. Chemin du Génie, 2, 69200 Venissieux, Lyon, Francia

² Geoambient. Isla de Alegranza, 2, Nave 51, 28703 San Sebastián de los Reyes,
Madrid, España

E-mail del autor para la correspondencia: david.silvero@geoambient.es

Resumen

Los lixiviados de vertedero de residuos no peligrosos (RNP) resultan en parte de la percolación de las aguas pluviales a través del relleno de los residuos depositados y otra parte del agua contenida en los propios desechos. Por experiencia, entre los contaminantes persistentes y típicos de los vertederos antiguos (DQO incluida la parte refractaria, sales, nitrógeno, etc.), el nitrógeno en forma amoniacal (NTK) presenta una carga elevada y es una de las sustancias que plantea más problemas, debido a su naturaleza persistente y tóxica en el medio acuático y, por lo tanto, en su efecto degradante sobre la calidad del agua y el medio ambiente.

Por lo tanto en este contexto, se desarrolló el proyecto ROSEAULIX®, un proceso de tratamiento biológico adaptado a sitios (vertedero, plataforma de compostaje, ...) para tratar y reducir la producción de efluentes. Desarrollado sobre el principio de la técnica de humedales artificiales, el tratamiento tiene como objetivo estimular de manera sencilla el proceso natural de simbiosis entre bacterias y plantas (*Phragmites australis*) con el fin de degradar las cargas de carbono y nitrógeno contenidas en el lixiviado.

El lugar de estudio es el antiguo vertedero de Plantay (01) Francia, propiedad de la Unión Organom. Los rendimientos de purificación en los parámetros principales (MES, DQO, DBO5, Nitrógeno) alcanzan valores superiores al 90% y, por lo tanto, permiten una descarga de agua tratada en el medio natural. El proceso ROSEAULIX® requiere un bajo coste operativo, encaja perfectamente en el paisaje, no presenta ruidos ni molestias olfativas, incluye automatismo y el telecontrol y, por lo tanto, representa una alternativa real a las soluciones actuales en el contexto del tratamiento biológico de los lixiviados de vertederos de RNP en etapa de operación y/o cierre. Actualmente, se están estudiando las capacidades depurativas del proceso en lo que respecta a los micro contaminantes (Directiva Marco del Agua) para estudiar en qué contexto sería relevante incluir o no un tratamiento de acabado terciario para ofrecer un tratamiento global que cumpla con los objetivos de calidad marcados.

P98. Valorización del aceite de cocina usado a través de un cultivo microbiano mixto para la obtención de biopolímeros.

C. Ucha¹, D. Galeote², A. Val del Río¹, A. Pedrouso¹, A. Mosquera-Corral¹.

¹ *Universidad de Santiago de Compostela, Dpto. de Ingeniería Química, CRETUS, Grupo de Biotecnología Ambiental, Santiago de Compostela*

² *Universidad de Granada, Dpto. de Microbiología, Facultad de Farmacia e Instituto del agua. Granada*

E-mail del autor para la correspondencia: carlota.ucha.munoz@usc.es

Resumen

En la UE se gestionan incorrectamente alrededor de un millón de toneladas de aceite de cocina usado al año. Una solución potencial radica en su valorización para la producción de polihidroxicanoatos (PHA), polímeros biodegradables con características similares a los plásticos convencionales. Para conseguir que estos biopolímeros sean económicamente competitivos, recientemente se está explorando el uso de residuos. Sin embargo, el uso de aceites usados supone un reto para estos procesos biológicos, por su inmiscibilidad en agua y los compuestos recalcitrantes que contienen (formados por las altas temperaturas). Así, el objetivo de este estudio fue el enriquecimiento de un cultivo microbiano mixto (CMM) en poblaciones acumuladoras de PHA mediante la operación de un reactor biológico con la estrategia de saciedad-hambruna y empleando aceite usado de cocina. Este residuo se caracterizó con una densidad de 867.85 g/L, una concentración de 2.63 g DQO/g_{residuo} y una composición de triacilglicéridos (TAG) de 5.28 % Palmítico, 6.48 % Estéarico, 24.50 % Oleico y 28.99 % Linoleico. Al cabo de 180 días de operación se consiguió obtener un CMM enriquecido en poblaciones acumuladoras de PHA, aunque mayoritariamente en acumuladoras de TAG, que también son biopolímeros de interés por su aplicación como biocombustibles. Esto demuestra la prometedora perspectiva de transformar los residuos de aceite en recursos valiosos. Los siguientes pasos se centrarán en optimizar la hidrólisis y solubilidad del residuo en el propio reactor de enriquecimiento, así como la promoción de poblaciones que acumulen mayoritariamente PHA mediante una limitación del exceso de carbono y una etapa de sedimentación al finalizar la fase de saciedad, estrategias propuestas en trabajos previos (Argiz et al., 2020).

Agradecimientos

Esta investigación fue financiada a través del proyecto ECOPOLYVER [PID2020-112550RB-C21 & PID2020-112550RB-C22]. A. Pedrouso agradece a la Xunta de Galicia su contrato posdoctoral (ED481B-2021-041). Los autores de la USC pertenecen al GRC ED431C 2021/37, programa cofinanciado por FEDER (EU).

Referencias

Argiz, L., Fra-Vázquez, A., Val del Río, Á., & Mosquera-Corral, A. (2020). Optimization of an enriched mixed culture to increase PHA accumulation using industrial saline complex wastewater as a substrate. *Chemosphere*, **247**, 125873. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.125873>

P99. Uso biotecnológico de *Staphylococcus epidermidis* CECT 4183: Biosorción de Cu(II) y síntesis de CuO-NPs

A.J. Muñoz¹, F. Espínola^{1,2}, M. Moya^{1,2}, C. Martín¹, E. Ruiz^{1,2}

¹ *Department of Chemical, Environmental and Materials Engineering, Universidad de Jaén, Campus Las Lagunillas, 23071 Jaén, Spain.*

² *Centre for Advanced Studies in Earth Sciences, Energy and Environment (CEACTEMA), Universidad de Jaén, Campus Las Lagunillas, 23071 Jaén, Spain.*

E-mail del autor para la correspondencia: amcobo@ujaen.es

Resumen

La contaminación por cobre de las aguas naturales es un grave problema ambiental debido a que este metal está asociado a vertidos tanto industriales como agrícolas y presenta una elevada toxicidad, además puede migrar a través de las aguas pluviales unido a surfactantes, lo que aumenta su distribución (Peng et al. 2024). Se utilizó la bacteria *Staphylococcus epidermidis* CECT 4183 para evaluar su capacidad de biosorción de Cu(II) en disoluciones sintéticas. Al mismo tiempo se estudió la capacidad de su extracto celular para sintetizar nanopartículas de CuO (CuO-NPs). Se obtuvieron las condiciones óptimas de operación a partir de un diseño de experimentos con metodología de superficie de respuesta y se determinaron los mecanismos implicados en el proceso por diferentes técnicas como microscopía electrónica de barrido (SEM-EDX) y espectroscopía de infrarrojos con transformada de Fourier (FTIR). También se estudió el efecto biocida de las CuO-NPs. Los mejores resultados de biosorción se obtuvieron a pH: 5,5 y 0,2 g/L de concentración de biomasa, con una capacidad máxima de biosorción (q_m) en el equilibrio de 48,14 mg/g para el modelo de Langmuir. Así mismo, las nanopartículas obtenidas presentaron tamaños por debajo de 10 nm y ofrecieron un potente efecto biocida frente a diferentes microorganismos.

Agradecimientos

Ministerio de Ciencia e Innovación. Proyecto: “Eliminación de metales pesados y obtención de nanopartículas” (TED2021-129552B-I00). Centro de Instrumentación Científico-Técnica de la Universidad de Jaén.

Referencias

Peng, X., Zhang, Z., Chen, H., Zhang, X., Zhang, X., Tan, Ch., Bai, X., Gong, Y. and Li, H. (2024). The investigation of the binding ability between sodium dodecyl sulfate and Cu (II) in urban stormwater runoff. *Journal of Environmental Management*. 350, 119671. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119671>.

P100. Biosorción de Zn(II) por *Staphylococcus epidermidis* CECT 4183: síntesis y uso biocida de ZnO-NPs

A.J. Muñoz¹, F. Espínola^{1,2}, M. Moya^{1,2}, C. Martín¹, E. Ruiz^{1,2}

¹ *Department of Chemical, Environmental and Materials Engineering, Universidad de Jaén, Campus Las Lagunillas, 23071 Jaén, Spain.*

² *Centre for Advanced Studies in Earth Sciences, Energy and Environment (CEACTEMA), Universidad de Jaén, Campus Las Lagunillas, 23071 Jaén, Spain.*

E-mail del autor para la correspondencia: amcobo@ujaen.es

Resumen

La contaminación de las aguas naturales por metales pesados es uno de los problemas ambientales más graves de la actualidad, siendo el zinc uno de los metales más vertidos. Pese a ser un micronutriente, el zinc presenta una elevada toxicidad al superar ciertos umbrales y tiene carácter bioacumulable (Kaur et al., 2024). La biosorción de metales pesados por microorganismos ofrece ventajas por su carácter ecológico, efectividad y bajo coste. Al mismo tiempo, la recuperación de Zn(II) puede presentar la ventaja adicional de poder obtenerlo en forma nanométrica para su uso como agente biocida. En este caso se utilizó una bacteria de colección, *Staphylococcus epidermidis* CECT 4183, como biosorbente de Zn(II) en disoluciones sintéticas y se analizó la capacidad del microorganismo para obtener ZnO-NPs por síntesis verde a partir de su extracto celular. Se obtuvieron las condiciones óptimas de operación del proceso de biosorción a través de un diseño de experimentos con metodología de superficie de respuesta, se estudiaron los mecanismos implicados y el efecto biocida de las ZnO-NPs. Los mejores resultados de biosorción se obtuvieron a pH: 4,2 y 0,2 g/L de concentración de biomasa, con una capacidad máxima de biosorción (q_m) en el equilibrio de 65,08 mg/g para el modelo de Langmuir. Así mismo, las nanopartículas obtenidas presentaron tamaños por debajo de 20 nm y ofrecieron un potente efecto biocida frente a diferentes microorganismos.

Agradecimientos

Ministerio de Ciencia e Innovación. Proyecto: “Eliminación de metales pesados y obtención de nanopartículas” (TED2021-129552B-I00). Centro de Instrumentación Científico-Técnica de la Universidad de Jaén.

Referencias

Kaur, H., Srivastava, S., Goya, N. and Walia, S. (2024). Behavior of zinc in soils and recent advances on strategies for ameliorating zinc phyto-toxicity. *Environmental and Experimental Botany*. 220, 105676. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2024.105676>.

P101. Proyecto CELEBRE: Valorización de residuos provenientes de diferentes orígenes para la producción de bioetanol

J.A. Magdalena¹, R. García², V. Franch³, F. Vargas⁴, F.J Tejadillos²

¹ FOVASA, Fomento valencia medioambiente SL. Avenida Alquería de Moret, 5, 46210 Picanya (Valencia), josea.magdalena@grupogimeno.com

² FACSA, Sociedad de fomento agrícola castellonense, S.A., C/ Mayor 82-84, 12001, Castellón, España

³ INDETEC, Polígono Industrial Fuente del Jarro, C. Cdad. de Elda, 11, 46988 Paterna, Valencia

⁴ AINIA, Parque Tecnológico de Valencia, Av. Benjamín Franklin, 5-11, 46980 Paterna, Valencia

Resumen

Los nuevos procesos de economía circular se enfocan hacia la recuperación y valorización de recursos provenientes de diferentes orígenes para desarrollar una economía competitiva, y que contribuya a conseguir los objetivos de sostenibilidad y descarbonización marcados en la hoja de ruta europea. En este contexto surge el proyecto CELEBRE, que contempla la valorización en bioetanol de azúcares presentes en residuos lignocelulósicos (RL) y aguas residuales (AR) mediante diferentes tipos de tratamientos (químicos, térmicos y biológicos). En cuanto a los RL, se realizó un cribado de biomásas seleccionándose la rama de palmera debido a su caracterización macromolecular (32.2% glucano). Esta biomasa se trituró, molió y se sometió a un tratamiento térmico (autohidrólisis térmica) a 210°C para abrir la estructura del material alcanzando un rendimiento en sólidos del 49.6%. Paralelamente, en la EDAR de Segorbe (Castellón), se instaló un rototamiz de 100 µm tras el pretratamiento primario para la recuperación de sólidos de las AR. El material recuperado, fue acondicionado mediante un tratamiento químico con NaOH y H₂O₂, alcanzando rendimientos de recuperación de sólidos del 48-54%. Tras este acondicionamiento, los sólidos obtenidos de ambos orígenes fueron sometidos a hidrólisis enzimática con un cóctel comercial dando como resultado rendimientos de sacarificación cercanos al 100% en ambos casos. Finalmente, la levadura *Saccharomyces cerevisiae* fue empleada en un proceso biológico de fermentación para la producción de bioetanol a 28°C. Durante el proceso se produjo el consumo total de azúcares y no se produjo un crecimiento relevante de la levadura, lo que indica que el sustrato fue dirigido hacia la producción de metabolitos. El innovador proceso CELEBRE significa un cambio de paradigma respecto al tratamiento convencional existente en las EDAR, utilizando residuos como materia prima para la obtención de bioenergía.

Agradecimientos

Agradecimientos a la Agència Valenciana de la Innovació (AVI) y la UE a través del Programa Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) Comunitat Valenciana 2021-2027 por la cofinanciación del proyecto CELEBRE (INNCAD/2022/144, FACSA e INNCAD/2022/159, FOVASA). Agradecimientos también a la Entidad Pública de Saneamiento de Aguas Residuales de la Comunidad Valenciana (EPSAR) por ceder el espacio de sus instalaciones de la EDAR de Segorbe para realizar el proyecto.

P102. Effect of harvesting time of the invasive macroalga *Rugulopteryx okamurae* on the generation of fermentable sugars

A. Romero-Vargas¹, A. B. Díaz¹, A. Blandino¹, L. A. Fdez-Güelfo²

¹ *Wine and Agrifood Research Institute (IVAGRO), University of Cádiz - International Campus of Excellence (ceiA3), Department of Chemical Engineering and Food Technology, Engineering applied to Bioprocesses (TEP-993), 11510 Puerto Real, Cádiz, Spain.*

² *Faculty of Marine and Environmental Sciences, University of Cádiz - International Campus of Excellence (ceiA3), Department of Environmental Technologies, Engineering applied to Bioprocesses (TEP-993). 11510 Puerto Real, Cádiz, Spain.*
Corresponding Author: agustin.romero@uca.es

Abstract

Biorefinery of biomass from invasive macroalgae can achieve sustainable development in value-added compounds production. Among the invasive macroalgae, *Rugulopteryx okamurae* is one of the most harmful in the European Union, being the Bay of Cadiz the most affected area. This brown alga has a high rate of spread, which is causing important problems such as the displacement of native species. To mitigate the negative effects due to the predominant expansion of this invasive macroalgae, the use of this biomass to produce compounds of great industrial interest could be a promising strategy (1). One of the potential applications suggested for this alga is its use for the production of fermentable compounds such as reducing sugars. However, it is known that the carbohydrate composition of macroalgae is largely influenced by seasonal changes.

Herein, *R. okamurae* was collected at different seasonal periods and exposed to enzymatic hydrolysis. Reducing sugar production was monitored to evaluate possible differences in saccharification yields.

Acknowledgement

This result is part of the R+D+i project PID2019-104525RB-I00, funded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ and by a grant from the Program for the Promotion and Impulse of Research and Transfer of the University of Cadiz (Ref: IRTP04_UCA). The authors also acknowledge the Ministerio de Ciencia e Innovación (Spain) for the Scholarship PRE2020-092698.

References

1. Harb, T. B. and Chow, F. (2022). An overview of beach-cast seaweeds: Potential and opportunities for the valorisation of underused waste biomass. *Algal Res.* 62, 102643. DOI: 10.1016/j.algal.2022.102643

P103. Impacto de la formulación de bioplásticos en tratamientos de biodigestión

I. Oliver¹, N. Martínez-Pérez¹, N. Ortuño^{1,2,3}, J. Conesa^{1,3}, A. Fullana^{1,2,3}

¹ *Universidad de Alicante, Instituto Uni. de Ingeniería de Procesos Químicos. Alicante.*

² *Universidad de Alicante, Instituto Uni. del Agua y las Ciencias Ambientales. Alicante*

³ *Universidad de Alicante, Departamento de Ingeniería Química. Alicante.*

E-mail del autor para la correspondencia: nuria.ortuno@ua.es

Resumen

En los últimos años, la necesidad de reducir el impacto ambiental de los plásticos ha generado medidas regulatorias como prohibiciones o impuestos dirigidos a los plásticos convencionales. Estas acciones han promovido el uso de bioplásticos, lo que ha aumentado su presencia en los desechos municipales (European Bioplastics, 2021). La investigación actual en la formulación de bioplásticos se centra en su desaparición, promoviendo una economía lineal donde los productos se descartan como desechos después del uso. Es esencial enfocarse en la formulación y diseño para avanzar hacia una economía circular y mejorar la gestión de residuos de bioplásticos.

La digestión anaeróbica es un camino sostenible para integrar los bioplásticos usados en la economía circular, produciendo biogás y digestato. Nuestra investigación busca facilitar esta integración, enfocándose en la formulación y diseño de bioplásticos para un comportamiento eficiente en plantas de digestión anaeróbica.

Se han investigado varias características de muestras de almidón termoplástico (TPS) y su influencia en la obtención de biogás. Se ha estudiado la influencia de la concentración de carga, la influencia del grosor de la muestra y la influencia del origen del almidón (patata, maíz, arroz, trigo y yuca), elementos cruciales que afectan las propiedades del plástico.

Las evaluaciones de producción de biogás bajo condiciones mesofílicas revelaron diferencias cinéticas, como la relación inversa entre la velocidad de producción de biogás y la concentración de carga. Nuestro objetivo es lograr la inserción eficiente de los bioplásticos usados en la economía circular, maximizando su aprovechamiento.

Agradecimientos

Este trabajo estuvo financiado por la Agencia Estatal de Investigación (España) [AEI/10.13039/501100011033] y por la Generalitat Valencia [PROMETEO CIPROM/2021/027/Generalitat Valenciana].

Referencias

European Bioplastics. (2021). *Press Release. Global bioplastics production will more than triple within the next five years.* www.european-bioplastics.org.

P104. Potencial de los residuos agroalimentarios para la producción de ácidos grasos volátiles de cadena impar

A. Vázquez-Fernández, C.E Pulgarín-Muñoz, P. Santiago-Espiñeira, M. Pérez-Araujo, I. Gómez-Torres, M. Rey-Varela, M. Mauricio-Iglesias, M. Carballa

CRETUS, Departamento de Ingeniería Química, Universidade de Santiago de Compostela, 15872 Santiago de Compostela

E-mail del autor para la correspondencia: ana.vazquez.fernandez@usc.es

Resumen

La producción de ácidos grasos volátiles (AGV) mediante fermentación acidogénica (FA) de residuos orgánicos es una alternativa a la digestión anaerobia que permite la recuperación material del carbono orgánico. Los AGV pueden ser valorizados mediante su conversión a polihidroxialcanoatos (PHA), cuyas propiedades mecánicas pueden ser controladas maximizando la proporción de AGV de cadena impar, dado que el ácido propiónico o valérico son precursores del hidroxivalerato, que confiere una mayor ventana de aplicaciones a los PHA que otros monómeros como el hidroxibutirato (Pérez-Zabaleta et al., 2021). El espectro de productos obtenidos mediante FA depende tanto de las condiciones de operación como de la composición orgánica del sustrato (Regueira et al., 2020). En este trabajo, se seleccionaron un total de 30 corrientes residuales procedentes de depuradoras urbanas y de industrias agroalimentarias y se evaluó su potencial para la producción de AGV de cadena impar. Los residuos que condujeron a un mayor grado de acidificación (GA) y una mayor fracción molar de ácidos impares (C3+C5) fueron el lactosuero (GA: 84%, C3+C5: 0,30), el residuo de levadura de cerveza (GA: 87%, C3+C5: 0,17) y la vinaza de maíz (GA: 65%, C3+C5: 0,25).

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por la Agencia Estatal de Investigación a través del proyecto ODDITY (TED2021-130289B-I00).

Referencias

Pérez-Zabaleta, M., Atasoy, M., Khatami, K., Eriksson, E., Cetecioglu, Z. (2021). Bio-based conversion of volatile fatty acids from waste streams to polyhydroxyalkanoates using mixed microbial cultures. *Bioresource Technology* 323, 124604. DOI: 10.1016/j.biortech.2020.124604

Regueira, A., Bevilacqua, R., Lema, J.M., Carballa, M., Mauricio-Iglesias, M. (2020). A metabolic model for targeted volatile fatty acids production by cofermentation of carbohydrates and proteins. *Bioresource Technology* 298, 122535

P105. Predicción de la producción de metano en la codigestión de purines en EDAR mediante modelos de *machine learning*

M.J. Tárrega^{1,2}, C. Lafita¹, D. Aguado², P. Rojo¹

¹ *Global Omnium, Gran Vía Marqués del Turia, 17, 46005, Valencia, España*

² *Universitat Politècnica de València, Camí de Vera s/n, 46022, Valencia, Spain*

E-mail del autor para la correspondencia: mjarrega@globalomnium.com

Resumen

La nueva directiva fija como objetivo la neutralidad energética en términos de autoconsumo y plantea alcanzar 100% de energía renovable en EDAR para 2045 (General Secretariat of the Council, 2023). El tratamiento de residuos en digestores anaerobios (codigestión) permite recuperar la energía contenida en residuos. A pesar de las ventajas que presenta la codigestión, es necesario el control del proceso, tanto para evitar su desestabilización, como prever la generación de biogás. Por ello, muchas investigaciones se enfocan en el desarrollo de sistemas de control basados en modelación matemática, como son la aplicación de algoritmos predictivos (*machine learning*), ya que no requieren un profundo conocimiento del metabolismo, lo que simplifica su uso (Rudin, 2019).

Se operaron 6 digestores a escala de laboratorio (1L) 120 días en semicontinuo a 35°C. Con objeto de enriquecer la flexibilidad el modelo, 3 digestores se inocularon con digestato adaptado a la degradación de purines (SA) y 3 con uno no adaptado (SNA), y se alimentaron con fango de EDAR 3 veces por semana y 4 de ellos (2 SA y 2 SNA) con purines con la misma carga orgánica, pero con diferentes regímenes de alimentación (1 vez/s o 3 vez/s).

La aclimatación del sistema inoculado con SNA a la digestión de purines se produjo al alcanzar el 61% del tiempo de retención hidráulico, encontrándose diferencias estadísticamente significativas en la producción específica de metano sólo durante los primeros 20 días de operación. Una vez transcurrido este periodo, las curvas de producción de ambos sistemas se alinearon para ambos regímenes de alimentación e inóculos. Con estos resultados se confeccionó un modelo basado en *machine learning* (Support Vector Machine) para predecir la producción de metano utilizando el dataset completo, con los datos de SA y SNA desde el inicio de la operación. Los resultados mostraron un buen ajuste, con R^2 de 0.977 ± 0.006 .

Agradecimientos

María José Tárrega ha sido parcialmente subvencionada por la Agència Valenciana de la Innovació (AVI), cofinanciado por la Unión Europea a través del Programa Operativo del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) de la Comunitat Valenciana 2021-2027 (Exp. INNTA3/2022/7). El trabajo también ha sido subvencionado por el programa LIFE en proyecto LIFE ECOdigestion 2.0 “Innovative technology scale-up for the control and automation of co-digestion in WWTPs to produce energy on demand” bajo el número de

ayuda LIFE19 ENV/ES/000098. Los autores agradecen a la Entidad Pública de Saneamiento de Aguas Residuales de la Comunidad Valenciana (EPSAR) de la Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica, Generalitat Valenciana su colaboración en el presente trabajo.

Referencias

Duan, N., Khoshnevisan, B., Lin, C., Liu, Z., Liu, H. (2020). Life cycle assessment of anaerobic digestion of pig manure coupled with different digestate treatment technologies. *Environmental International*, 137, 105522.

General Secretariat of the Council (2023). Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council concerning urban wastewater treatment (recast) – General Approach.

Rudin, C. (2019). Stop explaining black box machine learning models for high stakes decisions and use interpretable models instead. *Natural Machine Intelligence*, 1 (5).

P106. Estudio de la influencia del tiempo de retención de sólidos en un reactor anaerobio de flujo ascendente durante el periodo invernal en las Islas Canarias

E. Ferrera¹, I. Ruigómez¹, L. Rodríguez-Gómez¹, L. Vera¹

¹ *Universidad de La Laguna, Departamento de Ingeniería Química y Tecnología Farmacéutica, Grupo de Investigación de Tratamiento y reutilización de aguas (TyRA).
San Cristóbal de La Laguna
E-mail del autor para la correspondencia: luerguez@ull.edu.es*

Resumen

Los reactores anaerobios de flujo ascendente (UASB) son una tecnología de tratamiento de aguas residuales que constituye una opción eficaz y sostenible, ofreciendo una alternativa atractiva a los sistemas tradicionales de depuración de aguas residuales, con un menor impacto sobre la contaminación ambiental y generando un biocombustible (biogás). Entre sus principales ventajas destacan, un alto rendimiento en la eliminación de contaminantes, un bajo consumo de energía y una ocupación reducida del espacio, en comparación con otros sistemas de tratamiento. Además, su operación y mantenimiento son relativamente sencillos. Sin embargo, la eficacia de estos sistemas puede verse afectada por factores como la temperatura y la composición del agua residual.

Este trabajo evalúa la capacidad de depuración de un reactor UASB piloto operado en régimen psicofílico así como, su producción de biogás durante la temporada invernal en la vertiente norte de la isla de Tenerife (Islas Canarias). Esta estación presenta un desafío para esta tecnología, ya que es menos eficiente debido a las bajas temperaturas. En concreto, se ha estudiado dicha instalación bajo dos tiempos de retención de sólidos (TRS) diferentes: infinito y 158 días, manteniendo el tiempo de retención hidráulico (TRH) en 17 horas. Los resultados obtenidos muestran una eliminación media de DQO total del 48.6% y 40.1%, respectivamente, así como una eliminación media de DQO soluble del 38.9% y 59.1%.

Agradecimientos

Este estudio ha sido desarrollado en el marco del proyecto de I+D+i (PID2021125404OB-I00) financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ y “FEDER Una manera de hacer Europa”. E. Ferrera agradece su beca de doctorado TESIS2021010097 (FPI-ACIISI) de la Consejería de Economía, Industria, Comercio y Conocimiento de Canarias y el Fondo Social Europeo.

Bibliografía

Mata-Alvarez et al. (2000) *Bioresource Technology*. 74, 1-16
Chernicharo, C. A. L. (2007) *IWA*. 4.

P107. Granulogénesis en fangos activos granulares: un fenómeno poco estudiado

J. L. Almonte-Saviñón¹, X. Moreno-Ventas¹, I. Tejero Monzón¹

¹ *Universidad de Cantabria, Grupo de Ingeniería Ambiental, Departamento de Ciencias y Tecnologías del Agua y el Medio Ambiente*
E-mail: jas464@alumnos.unican.es

Abstract

Durante las últimas décadas, el fango activo granular (FAG) ha tomado importancia debido a la rápida separación de los sólidos suspendidos del agua tratada y tener un consorcio de varios microorganismos depuradores de los diferentes nutrientes. Su aplicabilidad a escala real está condicionada por el tiempo necesario para la generación de un gránulo operativo. En recientes investigaciones, se ha descubierto que ciertos sistemas de biopelícula favorecen el desarrollo de FAG e incluso han hipotetizado el desarrollo de gránulos a partir de otros gránulos; a dicho proceso se le denomina granulogénesis en FAG. Para contrastar dicha hipótesis, hemos partido de dos biomásas granulares: gránulos aerobios con sésamo y gránulos metanogénicos. Se sometieron al mismo medio de cultivo y se realizó seguimiento durante el experimento. Hubo una clara diferencia entre los microgránulos generados por la biomasa aerobia que, por la biomasa metanogénica, obteniendo resultados más rápidos en gránulos aerobios que en los gránulos metanogénicos respecto a granulogénesis en FAG. Por otro lado, se quiso estudiar el potencial que las semillas de sésamo tenían para generar gránulos. Para realizar dicha prueba, se introdujo fango activo en tres tubos de ensayo y con una semilla cada uno. Se sometieron al mismo medio de cultivo durante 22 días. Tras dicho período de tiempo, se determinó el número de microgránulos por semilla. El presente estudio no sólo demuestra la factibilidad de dicho fenómeno, sino que abre una puerta para acelerar la granulación.

Referencias

Almonte-Saviñón, J.L., Moreno-Ventas, X. & Tejero Monzón, I., 2021. Developing Aerobic Granular Sludge with Sesame like Biodegradable Support. *J. Biomed Allied Res.* 2 (2):1-18.

Aqeel, H., Weissbrodt, D.G., Cerruti, M., Wolfaardt, G.M., Wilén, B.M., Liss S.N., 2019. Drivers of bioaggregation from flocs to biofilms and granular sludge. *Environ Sci Water Res.* 5(12):2072-89

Domínguez Reyes, N. 2013. Estudio del papel funcional de las cromograninas A y B en el almacenamiento de catecolaminas y en la exocitosis. Tesis Doctoral, Universidad de La Laguna (España)

Huttner, W. B. and Natori, S., 1995. Regulated secretion. Helper proteins for neuroendocrine secretion. *Curr Biol.* 5, 242-5.

- Montes, J.A., Leivas R., Martínez-Prieto, D. & Rico C., 2019. Biogas production from the liquid waste of distilled gin production: Optimization of UASB reactor performance with increasing organic loading rate for co-digestion with swine wastewater. *Bioresources Technol.* 274:43-7.
- Sun, L., Zhao, X., Zhang, H. & Zhang, Y., 2015. Biological characteristics of a denitrifying phosphorus-accumulating bacterium. *Ecol Eng.* 81: 82-88
- Tay, J.H., Tay, S.T., Liu, Y., Show, K.Y. & Ivanov, V., 2006. *Biogranulation technologies for wastewater treatment: Microbial granules.* Elsevier.
- Wu, L., Tang, B. Chen, G., Bin, L., Zhang, W., Huang, S. & Fu, F., 2017. Co-existence of diverse sludge granules in a single membrane bioreactor. *Chem Eng J.* 326:849-852.
- Zhang, L., Liu, M., Zhang, S., Yang, Y. & Peng, Y., 2015. Integrated fixed biofilm activated sludge reactor as a powerful tool to enrich anammox biofilm and granular sludge. *Chemosphere* 140:114-118.
- Zhang, Y., Dong, X., Nuramkhaan, M., Lei, Z., Shimizu, K., Zhang, Z., Adachi, Y., Lee, D-J. & Tay, J.H., 2019. Rapid granulation of aerobic granular sludge: A mini review on operation strategies and comparative analysis. *Bioresources Tech Reports* 7:100206.

P108. Effect of operational parameters on metal and nutrient removal from piggery wastewater using microalgae photobioreactor and aerobic reactor

B. Antolín^{1,2}, M. Vega^{1,2}, S. Bolado^{1,3}, P.A. García-Encina^{1,3}

¹ *University of Valladolid, Institute of Sustainable Processes. Valladolid, Spain*

² *University of Valladolid, Department of Analytical Chemistry, Faculty of Sciences. Valladolid, Spain*

³ *University of Valladolid, Department of Chemical Engineering and Environmental Technology, School of Industrial Engineering. Valladolid, Spain*

E-mail del autor para la correspondencia: beatriz.antolin@uva.es

Summary

The management and treatment of piggery wastewater (PWW) is nowadays a worldwide priority environmental issue due to the presence of high concentrations of organic matter and nutrients, together with Cu(II), Zn(II), As(V) and Cd(II) (Oliveira et al., 2021; Wu et al., 2023). A sustainable solution to this challenge involves the biological treatment of these wastes by means of microalgae or aerobic bacteria bioreactors. In this work an microalgae bioreactor with *Scenedesmus almeriensis* (AR) and an aerobic bacteria bioreactor (BR) were employed. A Taguchi Design has been implemented for the analysis of the main variables and enhance the removal of toxic elements, establishing total dissolved nitrogen, contact time and biomass concentration as control factors, while photoperiod, PWW C/N ratio and concentration of toxic metals were considered as noise factors. BR exhibits better metal removal performance compared to AR, which shows moderate results. The removal efficiencies of Cu(II), Zn(II), As(V) and Cd(II) ranged from 81-98%, 96-97%, 98-72%, 93-99% for AR and BR respectively. Increasing the initial metal concentration does not lead to a decrease in metal removal. In addition, the percentages of total organic carbon (TOC), total nitrogen (TN) and NH₄⁺ removal ranged from 83 to 88%, 56 to 63% and 63 to 89% for AR and BR, respectively. Critical factors influencing bioreactor performance included TN and metal concentrations at the inlet, which inversely affect TOC and TN removal in contrast to biomass growth. The results were analyzed using principal component analysis (PCA) to provide a complete picture.

Acknowledgements

This research was co-funded by the Ministry of Science and Innovation (MICINN-AEI), EU-Next Generation and EU-FEDER (CL-EI-2021-07). Beatriz Antolín thanks the Regional Government of Castilla y León for her predoctoral fellowship.

References

- Oliveira, A. P. de S., Assemany, P., Ribeiro Júnior, J. I., Covell, L., Nunes-Nesi, A., & Calijuri, M. L. (2021). Swine wastewater treatment in high rate algal ponds: Effects of Cu and Zn on nutrient removal, productivity and biomass composition. *Journal of Environmental Management*, 299, 113668. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113668>
- Wu, H., Li, A., Zhang, H., Gao, S., Li, S., Cai, J., Yan, R., & Xing, Z. (2023). The potential and sustainable strategy for swine wastewater treatment: Resource recovery. *Chemosphere*, 336(June), 139235. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.139235>

P109. Extracción y recuperación de polihidroxialcanoatos producidos por cultivos microbianos mixtos empleando disolventes no halogenados

U. Fouz-Penas¹, N. Otero-Logilde¹, MC. Veiga¹, C. Kennes¹

¹ *Universidade da Coruña, Química, BIOENGIN. A Coruña*
E-mail del autor para la correspondencia: m.carmen.veiga@udc.es

Resumen

Los plásticos convencionales suponen un grave problema medioambiental a nivel mundial. Por eso el estudio de alternativas más sostenibles es de vital importancia. Una de las alternativas más prometedoras son los polihidroxialcanoatos, unos biopolímeros biodegradables que son sintetizados por una gran variedad de bacterias que los acumulan en forma de gránulos intracelulares como almacenamiento de energía y carbono. Estos polímeros pueden sintetizarse a partir de cultivos puros, que requieren un elevado gasto energético y económico, ya que requieren medios puros y condiciones estériles; o a partir de cultivos microbianos mixtos, que no necesitan condiciones estériles y pueden emplear aguas residuales o subproductos industriales como fuente de carbono, reduciendo el coste de producción. Para extraer el polímero del interior de los microorganismos normalmente se empleaban disolventes halogenados que son altamente contaminantes y nocivos. En consecuencia, la investigación actual se centra en el estudio de nuevos métodos más sostenibles y seguros para la extracción de PHA. Concretamente, en este trabajo se emplea el acetato de etilo para la extracción de PHA obtenido a partir de cultivos mixtos. El acetato es un disolvente con una baja toxicidad y bajo riesgo para el medio ambiente, que se puede obtener a partir de los mismos ácidos grasos volátiles que se emplean para la obtención del PHA (Alfano et al., 2021). Con este disolvente, bajo las condiciones de 100°C y agitación de 180rpm durante 4 horas, se han logrado recuperaciones superiores al 80%.

Agradecimientos

Este trabajo ha contado con el apoyo financiero del Ministerio de Economía y Competitividad de España (MINECO) a través de los fondos europeos FEDER (proyecto PID2020-117805RB-I00) y de la Xunta de Galicia a través de la beca Grupos de Investigación Competitivos de Referencia (proyecto ED431C 2021/55).

Referencias

Alfano, S., Lorini, L., Majone, M., Sciubba, F., Valentino, F., Martinelli, A. (2021). Ethylic Esters as Green Solvents for the Extraction of Intracellular Polyhydroxyalkanoates Produced by Mixed Microbial Culture. *Polymers*. 13: 2789.

P110. Utilización de suero de leche para la obtención de ácidos grasos volátiles y polihidroxialcanoato en planta piloto

N. Otero-Logilde, C. Kennes, M. C. Veiga

Laboratorio de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias y Centro Interdisciplinar de Química y Biología – Centro Interdisciplinar de Química y Biología (CICA), Universidad de A Coruña. Rúa da Fraga, 10, 15008, A Coruña, España. Email: n.otero1@udc.es

Resumen

El suero de leche (SL) es el principal subproducto de la industria láctea. Este SL tiene un contenido en lactosa del 90%, por lo que es fácilmente fermentable a través de la digestión anaerobia para la obtención de ácidos grasos volátiles (AGV). Los AGV tienen un gran interés a nivel industrial por su gran versatilidad de usos (cosmética, biocombustibles, bioplásticos, etc.). Además, los AGV se pueden convertir en un tipo de bioplásticos, los polihidroxialcanoatos (PHA), operando con cultivos microbianos mixtos en biorreactores. Los PHA son poliésteres sintetizados biológicamente, que se biodegradan en el medio ambiente en un tiempo mucho más corto que los plásticos convencionales. Presentan propiedades similares a las de los plásticos, por lo que se pueden utilizar como envases, materiales de construcción, cosméticos, productos farmacéuticos, etc. (Lagoa-Costa et al., 2020).

En este estudio se investigó la producción de AGV y PHA a partir del suero de leche a escala de planta piloto. Este proceso comprende tres etapas: (1) fermentación anaerobia para la producción de AGV, (2) enriquecimiento aerobio de la biomasa productora de PHA y (3) acumulación de PHA usando la biomasa del biorreactor del paso anterior. En el primer reactor, donde los AGV se produjeron a partir de la lactosa del SL, se alcanzó un porcentaje de acidificación entre el 70 y el 80 %. En el segundo reactor, de enriquecimiento en microorganismos acumuladores de PHA, utilizando los AGV como alimentación, se obtuvo un rendimiento de producción de PHA de 0,20 - 0,54 mmolC_{PHA}/mmolC_{AGV}. En el tercer biorreactor se obtuvo una acumulación de PHA de 0,53 - 0,79 g_{PHA}/g_{biomasa}. El proceso demostró que es posible utilizar el SL con un alto contenido en materia orgánica para la producción de biopolímeros a escala piloto.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO) a través de los fondos europeos FEDER, número de subvención PID2020-117805RB-I00, y por la Xunta de Galicia a través de la financiación a Grupos de Investigación de Referencia Competitiva, número de subvención ED431C 2021/55. Agradecer a la empresa Quescrem Innolact por las instalaciones y el sustrato.

Referencias

Lagoa-Costa, B., Kennes, C., & Veiga, M. C. (2020). Cheese whey fermentation into volatile fatty acids in an anaerobic sequencing batch reactor. *Bioresource Technology*, 308. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123226>

P111. Valorización energética de lodos residuales de la industria del aguacate en spouted bed cónico para aplicación en calentamiento de agua

M.J. San José, S. Alvarez, R. López

*Universidad del País Vasco UPV/EHU, Dpto de Ingeniería Química, UPV/EHU María José San José- Nueva tecnología de tratamiento del agua. Bilbao
mariajose.sanjose@ehu.eus*

Resumen

El consumo mundial del aguacate ha experimentado un incremento significativo en virtud de sus buenas propiedades alimentarias. La industrialización del aguacate para la producción de guacamole y el consumo propiamente dicho, generan gran cantidad de lodos residuales que constituyen una relevante fuente de bioenergía renovable.

La tecnología de Spouted Bed en contactores cónicos se ha aplicado con éxito para el tratamiento térmico de biomasa residual y lodos industriales por secado (San José et al., 2014, 2019, 2021) y por combustión (San José et al., 2018, 2023), en base a la buena transferencia de materia y de calor debido al vigoroso movimiento cíclico en surtidor de las partículas del sólido. Se ha diseñado y puesto en marcha un reactor spouted bed cónico encamisado para el calentamiento de agua mediante la valorización energética de lodos residuales de aguacate. Los altos coeficientes de transferencia de calor obtenidos experimentalmente en lechos de estos residuos auguran la producción a escala industrial de agua caliente en la empresa generadora de estos residuos.

Agradecimientos

Este trabajo es parte del proyecto PID2021-126331OB-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por FEDER “Una manera de hacer Europa y del proyecto TED2021-130150B-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea “NextGenerationEU”/PRTR.



Referencias

- San José, M.J., Alvarez, S., García, Peñas, F.J., (2014). Conical spouted bed combustor for clean valorization of sludge wastes from paper industry to generate energy. *Chem. Eng. Res. Des.*, 92, 672-678. doi: 10.1016/j.cherd.2014.01.008.
- San José, M.J., Alvarez, S., López, R. (2018). Catalytic combustion of vineyard pruning wastes in a conical spouted bed combustor. *Catal. Today*, 305, 13-18. doi: 10.1016/j.cattod.2017.11.020.
- San José, M.J., Alvarez, S., López, R. (2019). Drying of Industrial Sludge Waste in a Conical Spouted Bed Dryer. Effect of air temperature and air velocity. *Drying Technol.*, 37, 118-128. doi: 10.1080/07373937.2018.1441155.
- San José, M.J., Alvarez, S., López, R. (2021). Drying kinetics of sawdust in conical spouted beds: Influence of geometric and operational factors. *Fuel Process. Technol.*, 221, 106950. doi: 10.1016/j.fuproc.2021.106950.
- San José, M.J., Alvarez, S., López, R. (2023). Conical spouted bed combustor to obtain clean energy from avocado waste. *Fuel Process. Technol.*, 239, 107543. doi: 10.1016/j.fuproc.2022.107543.

P112. Digestión anaerobia en un nuevo digestor spouted bed cónico de lodos residuales de la industria olivarera

M.J. San José, S. Alvarez, R. López

*Universidad del País Vasco UPV/EHU, Dpto. de Ingeniería Química, UPV/EHU María José San José- Nueva tecnología de tratamiento del agua. Bilbao.
mariajose.sanjose@ehu.eus*

Resumen

La producción industrial de aceite de oliva genera una importante cantidad de residuos (residuos sólidos de almazara, alpechín, orujo, y lodos-aguas residuales). La digestión anaerobia es un tratamiento sostenible para estos lodos residuales, de alta concentración de materia orgánica, del que se obtiene biogás y un residuo llamado digestato.

Los reactores spouted bed cónicos se han empleado en tratamiento térmico de biomasa (San José et al., 2018a, 2019, 2021, 2023), así como en digestión anaerobia de lodos de papelera (San José et al., 2015), de depuradora (San José et al., 2017), y de producción de vino (San José et al., 2018b). En este estudio se han diseñado unos digestores spouted beds cónicos para la digestión anaerobia de alperujo residual de la obtención de aceite de oliva virgen ecológico de una almazara de la provincia de Alava. La digestión se llevó a cabo en un nuevo diseño de digestor spouted bed cónico en condiciones mesófilas a 37 °C con recirculación externa, estableciendo un tiempo de proceso de 30 días. El inóculo utilizado proviene de la estación de tratamiento de aguas residuales de Arazuri (Navarra).

Como resultado de la degradación anaerobia de alperujo residual en diez digestores spouted beds cónicos diseñados al efecto, donde se han llevado a cabo las digestiones de los diferentes residuos se ha obtenido la eliminación de sustancias volátiles con generación de biogás, con elevado contenido de metano,. El digestato producido se ha utilizado para la producción de energía calorífica para llevar a cabo el calentamiento de los reactores anaerobios.

Agradecimientos

Este trabajo es parte del proyecto PID2021-126331OB-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por FEDER Una manera de hacer Europa y del proyecto TED2021-130150B-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR.



Referencias

- San José, M.J., Alvarez, S., López R. (2015). Preliminary study of anaerobic digestion process of biomass waste sludge in a conical spouted bed reactor. *Int Conf Ind Waste Wastewater Treatment Valorisation*, Athens (Greece).
- San José, M.J., Alvarez, S., López, R. (2017). Anaerobic digestion of sewage sludge in conical spouted beds. *Eur Cong App Biotechnol*. Barcelona (Spain)
- San José, M.J., Alvarez, S., López, R. (2018a). Catalytic combustion of vineyard pruning wastes in a conical spouted bed combustor. *Catal. Today*, 305 13-18. doi: 10.1016/j.cattod.2017.11.020.
- San José, M.J., Alvarez, S., López, R. (2018b) Performance of conical spouted beds technology for anaerobic digestion of wastes from wine production. *Natural Gas Utilization Work*. Texas (USA).
- San José, M.J., Alvarez, S., López, R. (2019). Drying of industrial sludge waste in a conical spouted bed dryer. *Drying Technol.*, 37, 118-128. doi:

10.1080/07373937.2018.1441155.

San José, M.J., Alvarez, S., López, R. (2021). Drying kinetics of sawdust in conical spouted beds: *Fuel Process. Technol.*, 221, 106950. doi: 10.1016/j.fuproc.2021.106950.

San José, M.J., Alvarez, S., López, R. (2023). Conical spouted bed combustor to obtain clean energy from avocado waste. *Fuel Process. Technol.*, 239, 107543. doi: 10.1016/j.fuproc.2022.107543.

P113. Mejora del tratamiento de lodos de depuradora mediante codigestión con residuos agroalimentarios (vinazas de vino y estiércol de aves)

R. Solera¹, L. Sillero¹, M. Pérez¹

¹ *Universidad de Cádiz, Departamento de Tecnologías del Medio Ambiente, Grupo de Investigación TEP-181. Puerto Real*

Resumen

El trabajo abordado en este proyecto de investigación se centra en la mejora del proceso de digestión anaeróbica convencional mediante la aplicación de la tri-digestión de residuos orgánicos de interés en nuestro país y particularmente a región, en un proceso con temperatura y separación de fases de microorganismos. La codigestión anaeróbica permite mejorar la calidad del efluente con una mayor reducción de sólidos volátiles y un aumento del rendimiento de metano, aumentando la estabilidad y confiabilidad del proceso. Por otro lado, el proceso con separación de fases mejora la estabilidad del proceso global al optimizar las condiciones operativas de cada etapa obteniendo hidrógeno y metano por separado como productos finales (Tena et al.). La optimización del reactor acidogénico se realizó a un tiempo hidráulico de retención (TRH) de 5 días con rendimientos de 41 mlH₂/gSV. La optimización del reactor metanogénico se alcanza para un TRH de 12 días con rendimientos de 391 mlCH₄/gSV. Para estas condiciones se logran los rendimientos máximos de depuración: 60% y 70% en términos de DQO total y soluble, respectivamente. Además, se genera un digerido con ausencia de patógenos que puede ser catalogado como biosólido clase A, según la USEPA, apto para su utilización como biofertilizante. El estudio muestra que esta tecnología soluciona un problema medioambiental en materia de tratamiento de residuos y lodos, generando productos de alto valor añadido (BioH₂, BioCH₄ y biofertilizantes) en un concepto de economía circular.

Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado por los Proyectos P18-RT-1348) (PAIDI 2020) y PID 2021-123174OB-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, EU.

Referencias

Tena, M., Perez, M., Solera, R., 2021. Benefits in the valorization of sewage sludge and wine vinasse via a two-stage acidogenic-thermophilic and methanogenic-mesophilic system based on the circular economy concept. *Fuel* 296, 120654. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.120654>.

P114. Optimización matemática del rendimiento de biometano a partir de la codigestión de residuos de matadero

J. Fernández-Rodríguez, L. Sillero, R. Solera, M. Pérez

Universidad de Cádiz, Departamento de Tecnologías del Medio Ambiente, Instituto de investigación IVAGRO. Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales (CASEM)-Puerto Real. E-mail del autor para la correspondencia: juana.fernandez@uca.es

Resumen

Un Diseño de Experimentos (DoE) es un plan de experimentos que considera diferentes factores en diferentes niveles para estudiar una o más respuestas del sistema a través de modelos matemáticos (Montgomery, 2001). Un tipo específico de DoE es el Modelo de Superficie de Respuesta (MSR) que analiza el efecto de los factores y sus interacciones sobre una respuesta individual del sistema, obteniendo una superficie curva que se ajusta a los datos experimentales. Por otro lado, el Potencial Bioquímico de Metano (PBM) establece la producción máxima de metano en el proceso de digestión anaerobia de residuos orgánicos (Unal y Manav-Demir, 2024). El objetivo de este estudio fue establecer las condiciones óptimas de operación de la codigestión anaeróbica de lodos y efluentes de matadero para la producción de CH₄, mediante un modelo de superficie de respuesta basado en el diseño Box-Behnken. Los diferentes factores y niveles estudiados fueron: la relación entre ambos sustratos (100:0; 50:50; 0:100), temperatura (35, 52,5 y 70°C) y pH (6, 7 y 8). Se ha estudiado la influencia de todos ellos y su interacción sobre la respuesta: el rendimiento de biometano (mLCH₄/g Sólido Volátil-SV). El modelo matemático obtenido ajustó bien los datos experimentales con un R²=0,8768. El factor más influyente en el rendimiento de biometano fue el cuadrado de la temperatura de operación, no mostrando el resto de factores relevancia significativa en la respuesta. La optimización del proceso se ha estimado a pH 7, temperatura 50°C y ratio 50:50 (lodos de matadero:efluente) con un rendimiento de 397 mL CH₄/gSV.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto “Biorrefinería de matadero: de residuos a energía y productos de alto valor añadido (BioREF-TPAD) de la Convocatoria de Proyectos Estatal de Generación de Conocimiento.

Referencias

- Montgomery, D. C. (2001). Design and analysis of experiments. John Wiley and sons. New York.
- Unal, E., and Manav-Demir, N. (2024). Assessment of biochemical methane potential of dairy wastewater with different co-substrates and evaluation of different kinetic models. Environ Monit Assess 196, 21. <https://doi.org/10.1007/s10661-023-12208-3>

P115. Digestión anaerobia asistida mediante sistemas bioelectroquímicos

A. Mur, AV. García-Triviño, A. Escapa, R. Mateos, A. Morán

Universidad de León. Instituto de Investigación e Innovación en Ingeniería (I4). Grupo de Ingeniería Química, Ambiental y Bioprocesos. León

E-mail del autor para la correspondencia: amorp@unileon.es

Resumen

En los últimos años diversos trabajos han mostrado que los sistemas bioelectroquímicos (BES) pueden contribuir a superar las limitaciones operativas de la digestión anaerobia (DA): sensibilidad a las sobrecargas y baja relación metano/biogás. En este trabajo se propone avanzar hacia la integración efectiva de la DA con los BES (DA-BES). Para ello se utilizan tres reactores DA-BES de 3 L en los que se implementaron diferentes estrategias de diseño de proceso en régimen de operación semicontinua: i) digestor en el cual se introducen rellenos esféricos porosos y conductores de la electricidad fabricados mediante impresión 3D (R1), ii) digestor al cual se le conecta en serie una celda BES (R2), iii) digestión anaerobia convencional, usada como sistema de control (R3). Los tres digestores se inocularon con lodo digerido del digestor anaerobio de una EDAR, empleando como sustrato el lodo sin digerir que le llega al mismo digestor. El proceso se inició utilizando un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 20 d y posteriormente este tiempo se fue reduciendo a 15 y 10 d.

Los resultados mostraron una tendencia en la que el biogás del reactor R2 tenía un contenido en CH₄ entre el 2 y el 8% mayor que los otros dos reactores; así mismo, R1 tuvo un contenido en CH₄ ligeramente mayor que R3 (1 al 4%). En lo referente a la concentración de AGV, es R1 al disminuir el TRH hasta 10 d el que parece sufrir una menor la sobrecarga mostrando un menor aumento en la concentración de ácidos grasos volátiles.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias al apoyo financiero del Proyecto del Ministerio de Ciencia e Innovación PID2020-115948RB-100 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033.

P116. Potencial del Residuo de Aguas de la Industria Láctea Obtenido por Flotación con Aire Disuelto: Una Fuente Prometedora de Carbono para la Producción de Bioplásticos (PHAs)

F. Ridella^{1*}, I. Marcet¹, M. Rendueles¹, M. Díaz¹

¹ *Universidad de Oviedo, Departamento Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente, Grupo Tecnología de Bioprocesos y Reactores, Oviedo.
E-mail del autor para la correspondencia: ridellaflorenia@uniovi.es*

Resumen

La industria láctea genera anualmente entre 4 y 11 millones de toneladas de aguas residuales, lo que plantea importantes desafíos ambientales. La gestión eficaz de estos residuos es esencial para alcanzar emisiones netas cero. Aunque la digestión anaeróbica se emplea habitualmente para convertir materia orgánica en biogás, no es adecuada para tratar aguas residuales lácteas ricas en lípidos, ya que los ácidos grasos de cadena larga presentes inhiben la actividad microbiana, acumulándose en los reactores y aumentando el riesgo de formación de espuma. La flotación por aire disuelto (FAD) separa los lípidos, generando residuos que contribuyen a la contaminación. Desarrollar tecnologías para gestionar estos residuos es crucial para reducir la huella de carbono láctea (1).

En este estudio, se evaluó la viabilidad del residuo FAD de la industria láctea como fuente de carbono para la producción de polihidroxialcanoatos (PHAs), bioplásticos de origen microbiano. Se caracterizó el residuo FAD, determinando su contenido de humedad y grasa total mediante extracción Soxhlet. Se seleccionó la bacteria *Cupriavidus necator* H16 para el proceso productivo debido a su alta eficiencia en la producción de PHAs a partir de grasas. El proceso se realizó en un medio salino con limitación de nitrógeno, empleando ratios carbono/nitrógeno del orden de 20-30 y comparando el residuo FAD con aceite de girasol.

Se observó una producción de bioplástico cuatro veces mayor con el residuo FAD de la industria láctea que con el aceite de girasol, alcanzando un valor de 3.91 ± 0.37 g/L tras 72 horas de proceso. Este resultado destaca el potencial del residuo FAD como una valiosa fuente de carbono para la producción sostenible de PHAs.

Referencias

(1) Y.-C. Liu, S. O'Connor, L. M. Paulo, C. M. Braguglia, M. C. Gagliano, y V. O'Flaherty (2024). Effects of food to inoculum ratio and ultrasound pre-treatment on biogas production from dissolved air flotation waste from dairy industry. *Process Safety and Environmental Protection*, vol. 183, pp. 687-697.

P117. Producción de proteasas a partir de lodos de depuradora mediante *Bacillus licheniformis*

J. F. Moreno¹, P. Oulego^{1*}, S. Collado¹, M. Díaz¹

¹ *Universidad de Oviedo, Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente, Grupo de Tecnología de Bioprocesos y Reactores. Oviedo*

**E-mail del autor para la correspondencia: oulegopaula@uniovi.es*

Resumen

Los lodos de depuradora (LD) son el principal subproducto de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Su gestión se considera uno de los mayores desafíos ambientales a nivel mundial, debido al gran volumen generado, así como a la presencia de patógenos y sustancias peligrosas (Zhang et.al., 2023). No obstante, los biopolímeros presentes en su estructura pueden convertirlos en una prometedora fuente de nutrientes para la obtención de productos de alto valor añadido. Por lo tanto, este estudio se centra en el uso de LD como materia prima renovable para producir proteasas por *Bacillus licheniformis*. Para ello, se evaluaron tanto la hidrólisis térmica (HT) como la oxidación húmeda (OH) como estrategias para la solubilización de los compuestos valiosos. Los resultados revelaron que el tratamiento a 140°C durante 90 min fue óptimo para ambos pretratamientos, lo que permitió obtener concentraciones de carbohidratos, proteínas y ácidos húmicos de hasta 2.7 ± 0.1 g/L, 5.3 ± 0.1 g/L y 5.1 ± 0.1 g/L, respectivamente. En cuanto a los procesos de bioconversión, el pH inicial del medio influyó significativamente en la asimilación de los biopolímeros, el crecimiento bacteriano y la biosíntesis de enzimas. En este sentido, un pH de 5.5 para el LD pretratado con HT (LD-HT) y de 7.5 para el LD pretratado con OH (LD-OH) permitió maximizar las actividades proteolíticas, alcanzando valores de 767 ± 2 U/mL y 838 ± 6 U/mL, respectivamente. Además, mayores niveles de inoculación inicial influyeron positivamente en el desempeño del proceso fermentativo. Así, un inóculo del 30% dio como resultado actividades enzimáticas de 828 ± 11 U/mL para el LD-HT y 903 ± 4 U/mL para el LD-OH. La purificación parcial del medio con $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ incrementó la actividad enzimática 7 veces para el LD-HT y 3 veces para el LD-OH. Por lo tanto, esta ruta de gestión puede representar una estrategia altamente prometedora no solo para el tratamiento de LD, sino también para la obtención de productos de alto valor añadido.

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación del Principado de Asturias a través del proyecto AYUD/2021/51041 y del MCIU a través de los proyectos nacionales RTI2018-094218-B-I00 y PID2021-125942OB-I00. J.F. Moreno agradece la beca FPU: FPU20/06328.

Referencias

Zhang, Y. et al. 2023. Anaerobic fermentation of organic solid waste: Recent updates in substrates, products, and the process with multiple products co-production. Environ. Res. 233. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116444>.

P118. Caracterización microbiológica de fangos de EDAR y estudio de higienización mediante digestión anaerobia termófila

J. Rodríguez¹, R. Mosteo¹, P. Goñi¹, V. Remacha¹, N. Miguel¹, J. Gomez², A. López²

¹ *Universidad de Zaragoza, Grupo de Agua y Salud Ambiental. Zaragoza*

² *Navarra de Infraestructuras Locales, S.A. Tudela*

E-mail: mosteo@unizar.es

Resumen

El tratamiento adecuado de fangos en las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR) es uno de los mayores retos a los que se enfrentan las instalaciones tras el tratamiento de aguas residuales. El principal destino es su uso en agricultura debido al alto contenido en nutrientes (NPK) así como de materia orgánica. No obstante, también tiene una alta carga de microorganismos patógenos, por lo que este uso puede suponer un riesgo para la salud (Sidhu et al., 2008).

En el proyecto “Thermogas” se realiza una caracterización microbiológica de fangos de EDAR previa a su estabilización, cuantificando bacterias indicadoras de calidad microbiológica con una concentración de 10^2 – 10^7 UFC/g de *Escherichia coli* y 10^2 – 10^8 UFC/g de *Enterococcus* spp. Además, mediante técnicas de microscopia y PCR se detecta presencia de protozoos parásitos tales como *Blastocystis*, *Cryptosporidium*, *Entamoeba histolytica* y *Giardia*.

Para aplicar el fango generado en condiciones de seguridad microbiológica, la concentración de patógenos debe estar por debajo de un umbral de seguridad ($<10^3$ NMP/g de Coliformes fecales y ausencia de *Salmonella* en 25 g) marcado por la U.S. EPA (1994). Para ello, dicha norma sugiere realizar ciclos de 24 horas manteniendo la temperatura por encima de los 55°C.

En este estudio se utiliza una planta piloto de digestión anaerobia (3 m³) ubicada en la EDAR Tudela, y se realizan estudios de reducción de patógenos en condiciones termófilas con diferente tiempo entre cargas (2h, 4h, 8h, 12h y 24 h). Los resultados preliminares muestran como a tiempos de 2-4 h de ciclo de digestión, hay reducción de patógenos, sin llegar a cumplir los criterios para garantizar su higienización.

Agradecimientos

Al proyecto CPP2021-008749 (Thermogas) por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la “Unión Europea NextGenerationEU/PRTR” y al Gobierno de Aragón (Grupo de investigación de referencia “Agua y Salud Ambiental” B43_23R).

Referencias

Sidhu, J.P.S, Toze, S.G. (2009). “Human pathogens and their indicators in biosolids: A literature review”. *Environment International*. 35 (2009), 187-201. doi:10.1016/j.envint.2008.07.006
U.S. EPA 503 (1994). “Standards for the use or disposal of sewage sludge”.

P119. Hidrólisis térmica de lodo de depuradoras asistida por surfactantes: Producción de biomoléculas y enzimas

L. Romero¹, J. F. Moreno¹, P. Oulego^{1*}, S. Collado¹, M. Díaz¹

¹ *Universidad de Oviedo, Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente, Grupo de Tecnología de Bioprocesos y Reactores. Oviedo*

**E-mail del autor para la correspondencia: luiseduardoromero9@hotmail.com*

Resumen

Los lodos de depuradora son un residuo producido en el tratamiento de aguas residuales, que requiere métodos de gestión eficientes para su gestión dada su creciente generación (García et al., 2017). La hidrólisis térmica se considera un proceso prometedor para el tratamiento este residuo a fin de obtener biomoléculas valiosas, aunque presenta el inconveniente de las fuertes condiciones de operación. Un enfoque innovador implica el empleo de surfactantes para mejorar la solubilización en condiciones suaves (Shi et al., 2021). En este estudio se investigó el impacto de cuatro surfactantes: dodecilsulfato sódico (DSS), dodecilbenceno sulfonato de sodio (DBSS), cloruro de hexadeciltrimetilamonio (CHTA) y cloruro de tetrametilamonio (CTA) en la hidrólisis térmica del lodo de depuradora. Los resultados revelaron mejoras significativas en la producción de biomoléculas cuando se emplearon surfactantes aniónicos (DSS y DBSS), siendo los valores de las proteínas, ácidos húmicos, carbohidratos y ADN de 6018 ± 28 mg/L (306 mg/gSSVo), 2496 ± 103 mg/L (127 mg/gSSVo), 1822 ± 4 mg/L (93 mg/gSSVo) y 389 ± 3 mg/L (20 mg/gSSVo), respectivamente, después de 157 min de tratamiento a 125°C. Además, el uso de surfactantes a baja concentración (10 y 50 mg/gSSVo) condujo a una biodegradabilidad del lodo hidrolizado de aproximadamente 90%. Adicionalmente, el lodo hidrolizado asistido por surfactantes demostró ser un sustrato favorable para la producción de enzimas utilizando *Bacillus licheniformis*, logrando una actividad enzimática de 678 U/ml cuando se utilizó CHTA a una concentración de 10 mg/gSSVo. En conclusión, la aplicación de surfactantes durante la hidrólisis térmica del lodo resultó muy adecuada para solubilización de biomoléculas y su potencial empleo para la producción de enzimas.

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación del Principado de Asturias a través del proyecto AYUD/2021/51041 y del MCIU a través de los proyectos nacionales RTI2018-094218-B-I00 y PID2021-125942OB-I00. L Romero agradece la beca FPI: PRE2019-091054.

Referencias

García, M., Urrea, J.L., Collado, S., Oulego, P., Díaz, M., 2017. Protein recovery from solubilized sludge by hydrothermal treatments. *Waste Management* 67, 278–287. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.05.051>

Shi, X., Zhu, L., Li, B., Liang, J., Li, X., 2021. Surfactant-assisted thermal hydrolysis of waste activated sludge for improved dewaterability, organic release, and volatile fatty acid production. *Waste Management* 124, 339–347. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.02.024>

P120. Evaluación de la fracción sólida del lodo oxidado de depuradora como adsorbente en aguas residuales industriales

L. Romero^{1*}, T. Joglar¹, P. Oulego¹, S. Collado¹, M. Díaz¹

¹ *Universidad de Oviedo, Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente, Tecnología de Bioprocesos y Reactores. Oviedo*

**E-mail del autor para la correspondencia: luiseduardoromero9@hotmail.com*

Resumen

Los lodos de depuradora son un importante subproducto procedente del tratamiento de aguas residuales urbana, representando su gestión hasta el 50% del coste total del tratamiento de las aguas (García et al., 2017). Por ello, es necesario encontrar formas para su valorización a fin de mejorar la sostenibilidad de estos procesos en el marco de la economía circular. Este trabajo se centró en evaluar el potencial de la fracción sólida del lodo tratado por oxidación húmeda para la eliminación de tintas presentes en aguas residuales textiles, tales como azul de metileno (MB) y safranina (SF). La investigación se enfocó en lograr un equilibrio entre una buena solubilización de las biomoléculas y la obtención de una fracción sólida con propiedades adsorbentes. Para ello, se realizó una caracterización completa de esta fracción sólida a nivel de composición, estructura, textura y morfología. Además, el proceso de adsorción fue estudiado en profundidad, analizando el efecto de los parámetros clave: pH, concentración de adsorbente y de tintas, así como temperatura. Los resultados demostraron un buen comportamiento de la fracción sólida como adsorbente, con capacidades máximas de adsorción de 197 y 145 mg/g, para el MB y SF, respectivamente. Las isotermas de adsorción de ambas tintas presentaron un buen ajuste al modelo de Langmuir, indicando una adsorción en monocapa (Maaloul et al., 2017), mientras que las cinéticas se ajustaron al modelo de pseudo-segundo orden. Se determinó que el proceso de adsorción fue espontáneo, exotérmico y de tipo fisisorción, caracterizado por interacciones débiles entre el adsorbente y el adsorbato.

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación del Principado de Asturias a través del proyecto AYUD/2021/51041 y del MCIU a través de los proyectos nacionales RTI2018-094218-B-I00 y PID2021-125942OB-I00. L. Romero agradece la beca FPI: PRE2019-091054.

Referencias

- García, M. et al. 2017. Protein recovery from solubilized sludge by hydrothermal treatments. *Waste Manage.* 67, 278–287. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.05.051>
- Maaloul, N. et al. 2017. Novel biosorbents from almond shells: Characterization and adsorption properties modeling for Cu(II) ions from aqueous solutions. *J. Environ. Chem. Eng.* 5, 2944–2954. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2017.05.037>

P121. Empleo de compuestos tipo alginato (ALEs) provenientes de lodos en bioplásticos

S. Collado¹, E. Amieva¹, P. Oulego¹, I. Marcet¹, M. Díaz¹

¹ Universidad de Oviedo, Departamento de Ingeniería Química, Grupo de Tecnología de Bioprocesos y Reactores, Oviedo

E-mail del autor para la correspondencia: colladosergio@uniovi.es

Resumen

En la actualidad, la gestión de los lodos de purga representa hasta el 50% de los costos totales para las plantas depuradoras de aguas residuales. En este contexto, y teniendo en cuenta los principios de la economía circular y la legislación cada vez más estricta, se están buscando nuevos enfoques centrados en la recuperación de diferentes componentes. Entre éstos, los exopolímeros tipo alginato (ALE) están emergiendo como una de las opciones más atractivas, por ser una materia prima altamente valorada para diversas aplicaciones, como recubrimientos, adsorbentes o retardantes de llama, entre otras (Zhang et al, 2023).

En el presente estudio, se prepararon con éxito films bioplásticos a partir de ALEs extraídos de lodos secundarios mediante un proceso de solubilización alcalina seguido de precipitación ácida, con rendimientos de 159.1 ± 9.6 mgALEs/gVSS0. Las películas mostraron buenas propiedades al ser resistentes, no quebradizas, poco translúcidas y poco solubles. Además, combinar o reforzar la matriz de ALEs con gelatina ayuda a mejorar algunas de las propiedades fisicoquímicas de las películas. Los resultados abren la puerta al uso de estas películas orgánicas biodegradables como una alternativa sostenible a los plásticos tradicionales utilizados en la técnica agrícola conocida como *mulching*, ya que los materiales fabricados no superan los límites legales de metales pesados establecidos para este fin.

Referencias

Zhang, Y., Wang, W., Meng, Q., Li, X., Su, H., Li, R., Wei, L. and Zhang, W. (2023) A review on comprehensive analysis and potential applications of alginate based on the extracellular polymers in sludge. *Journal of Water Process Engineering*. 56, 104540. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2023.104540>

P122. La escoria de acería LD como nuevo agente estabilizante de lodos de depuradora

E. González-Tolivia¹, S. Collado¹, P. Oulego¹, M. Díaz

¹ *Universidad de Oviedo, Departamento de Ingeniería Química, Grupo de Tecnología de Bioprocesos y Reactores, Oviedo*

E-mail del autor para la correspondencia: colladosergio@uniovi.es

Resumen

En este estudio, se evaluó, por primera vez, el uso de un subproducto de la industria siderúrgica, la escoria de acería LD (o escoria BOF), como nuevo material alcalinizante para el acondicionamiento y estabilización de lodos. Su empleo supone una alternativa con un menor impacto ambiental que el uso de CaO y otros alcalis convencionales (Naiden et al. 2020).

El empleo de la escoria de BOF generó rendimientos de solubilización equiparables a los obtenidos en la hidrólisis alcalina tradicional con cal. Asimismo, la escoria BOF también provocó una solubilización reducida de nitrógeno, carbono y fósforo, reduciendo así el posterior coste de gestión de la fracción líquida generada. Por su parte, el análisis microbiológico reveló que las dosificaciones iguales o superiores a 4.50gBOF/gTSS0 redujeron de manera significativa el contenido de coliformes totales y *Salmonella* sp., permitiendo la clasificación de las mezclas de lodo y escoria como biosólidos de Clase A. Por último, se constató la baja movilización de metales pesados, tanto del lodo como de la escoria de BOF, durante el tratamiento. Estos dos factores confirmaron la idoneidad de las mezclas de escoria de BOF y lodo para ser aplicadas directamente al suelo con fines agrícolas, en plena conformidad con la legislación actual.

Referencias

Naidu, T.S., Sheridan, C.M. and van Dyk, L.D. (2020) Basic oxygen furnace slag: Review of current and potential uses. *Minerals Engineering*. 149, 106234, <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2020.106234>

González-Tolivia, E., Collado, S., Oulego, P. and Díaz, M. (2022) BOF slag as a new alkalizing agent for the stabilization of sewage sludge. *Waste Management*. 153, 335-346, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.09.009>.

P123. Selección óptima de efluentes y residuos agroalimentarios para su valorización en ácidos grasos volátiles

S. García¹, M. Mauricio¹, A. Regueira¹

¹ *CRETUS, Departamento de Ingeniería Química, Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela (España)*

E-mail del autor para la correspondencia: saragarcia.gago@usc.es

Resumen

La plataforma carboxilato emerge como una estrategia prometedora para la valorizar el carbono orgánico contenido en residuos, transformándolo en productos de alto valor como los ácidos grasos volátiles (AGV), fomentando la economía circular. Sin embargo, su desarrollo enfrenta un desafío importante: la baja selectividad en la producción de AGV, especialmente los de cadena impar. El proyecto nacional ODDITY (TED2021-130289B-I00) aborda este reto mediante la valorización de efluentes y residuos agroalimentarios. Los modelos matemáticos son esenciales para predecir la selectividad de las conversiones a AGV, simulando diversos escenarios con diferentes condiciones operativas como la composición del sustrato, pH y el tiempo de retención hidráulico (HRT), lo cual no solo reduce la necesidad de experimentación en el laboratorio, sino que también acelera el proceso y disminuye los costes asociados. Para ello, se han expandido los modelos metabólicos preexistentes (Regueira et al., 2020; Saavedra del Oso et al., 2022), para simular la conversión a AGV desde el residuo complejo en lugar de los monómeros, brindando una perspectiva holística del proceso. El objetivo es identificar condiciones óptimas que fomenten la producción de ácido propiónico y valérico, empleados en la obtención de productos de valor como los polihidroxicanoatos (con propiedades similares a las de los plásticos convencionales). Esta herramienta de diseño asistido posibilita simular la conversión de hasta cinco sustratos complejos combinados en proporciones personalizadas. Además, permite ajustar la composición de la alimentación, pH y HRT, parámetros cruciales para evitar la metanización. Los resultados obtenidos proporcionan indicadores que reflejan el rendimiento y la conversión del proceso, guiando la identificación de las condiciones operativas óptimas, que serán posteriormente evaluadas y optimizadas en el laboratorio.

Referencias

Regueira, A., Bevilacqua, R., Lema, J. M., Carballa, M., & Mauricio-Iglesias, M. (2020). A metabolic model for targeted volatile fatty acids production by cofermentation of carbohydrates and proteins. *Bioresource technology*, 298, 122535. DOI: 10.1016/j.biortech.2019.122535

Saavedra del Oso, M., Regueira, A., Hospido, A., & Mauricio-Iglesias, M. (2022). Fostering the valorization of organic wastes into carboxylates by a computer-aided design tool. *Waste Management*, 142, 101-110. DOI: 10.1016/j.wasman.2022.02.00

P124. Efecto de un biocatalizador comercial en la fermentación oscura: producción de bio-hidrógeno y ácidos grasos volátiles

M. E. Ibañez-López^{1,2}, E. Díaz-Domínguez^{1,2}, J.L. García-Morales^{1,2}

¹Facultad de Ciencias del Mar y Ciencias Ambientales, Departamento de Tecnologías del Medio Ambiente. ²Instituto de Investigación Vitivinícola y Agroalimentaria (IVAGRO). Universidad de Cádiz.

E-mail del autor para la correspondencia: mariaeugenia.ibanez@uca.es

Resumen

El principal objetivo del estudio ha sido evaluar el efecto de un aditivo comercial en la fermentación oscura termofílica en un proceso de co-digestión (biosólidos/vinazas 50:50 v/v) en fase de temperatura (TPAD). Este proceso, potencialmente integrable en un modelo de bio-refinería (2), permite generar bio-hidrógeno y bio-metano de forma diferenciada, con la ventaja que supone para su posible aprovechamiento, así como, una higienización de patógenos en la fase termofílica. Asimismo, el proceso propuesto permitirá la separación en su fase acidogénica termofílica de un efluente rico en ácidos grasos volátiles (AGV) con unas características optimizadas para su posible utilización en procesos biológicos de generación de precursores de bioplásticos (PHAs). El presente estudio evalúa la eficacia en la fermentación oscura aplicada a una co-digestión en rango termofílico (55°C) de la adición de un biocatalizador (*EcoSystem Plus*, desarrollado por Bio-Organic) basado en extractos de levadura y tensioactivos no iónicos (1), con buenos resultados en la digestión anaerobia de lodos de EDAR. Ésta se ha realizado en ensayos tipo bach (BHP-Biological Hydrogen Potential) para testar su influencia en la producción de bio-hidrógeno y AGV, tanto totales, como las posibles variaciones en su perfil individual. Los resultados del BHP muestran que esta adición del biocatalizador, en la dosis recomendada por el fabricante (2mg/L), supone un incremento de la acidez total del 69% respecto al control. Asimismo, atendiendo al perfil de AGV individuales, se observa una mayor producción, principalmente, en los ácidos de cadena más larga ($c \leq 4$) como el valérico y caproico, con rendimientos superiores al 250%. En la eliminación de sólidos no se han observado diferencias respecto al control, obteniéndose rendimientos de alrededor de un 28% para los sólidos totales. Para la producción de bio-hidrogeno se obtuvieron resultados similares respecto al control, alrededor de 47,9 mL.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido cofinanciado por el Programa Operativo FEDER 2014-2020 y por la Consejería de Economía, Conocimiento, Empresas y Universidad de la Junta de Andalucía (FEDER-UCA18-107460). Los autores agradecen el contrato predoctoral de la Junta de Andalucía PREDOC-01870 (E. Díaz-Domínguez), así como a la empresa Bio-Organic Catalyst por el suministro del biocatalizador.

Referencias

- (1) Durán, C. L. (2015). Aplicación de lipasas microbianas para la producción de biocombustibles similares al biodiésel que integran la glicerina en forma de monoglicérido. (Tesis doctoral). Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias, Departamento de Química Orgánica.

- (2) Dumon, C., Song, L., Bozonnet, S., Fauré, R., & O'Donohue, M. J. (2012). Progress and future prospects for pentose-specific biocatalysts in biorefining. *Process Biochemistry*, 47(3), 346–357. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2011.06.017>.

P125. Valorización material y energética de fangos deshidratados de EDAR mediante carbonización hidrotermal y digestión anaerobia

J. Díaz-Pineda¹, J. Revert-Vercher¹, J.B. Giménez¹, A. Seco¹, J. Ribes¹

¹ *Universitat de València, Departamento de Ingeniería Química, CALAGUA - Unidad Mixta UV-UPV. Valencia, España.*

E-mail: javier.pineda@uv.es

Resumen

Durante el funcionamiento de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR), se generan grandes cantidades de lodos, los cuales a menudo se aplican directamente en suelos agrícolas como método de gestión. Sin embargo, esta práctica conlleva altos costos de transporte y plantea ciertos riesgos medioambientales y sanitarios que aún se están investigando y debatiendo. La carbonización hidrotermal (HTC) es un proceso termoquímico que ocurre a temperaturas entre 180°C y 250°C bajo presión autógena. Durante este proceso se genera una corriente sólida (llamada hidrochar), una corriente gaseosa (principalmente CO₂) y una corriente líquida (LFHTC) con altas concentraciones de materia orgánica y nutrientes. En este trabajo, se evalúa la posibilidad de maximizar la valorización de la materia orgánica presente en las aguas residuales urbanas mediante la combinación del proceso HTC de lodos anaerobios deshidratados con la digestión anaerobia. El objetivo es obtener biogás y un biosólido sanitario y ambientalmente seguro, conocido como hidrochar.

Para ello, se implementó un diseño estadístico de experimentos de superficie de respuesta de compuesto central, considerando tres factores: temperatura (180-230 °C), tiempo (39-291 min) y humedad del fango (80-92%). El objetivo era estudiar el rendimiento del proceso y determinar las condiciones óptimas de operación para maximizar la producción de hidrochar y la recuperación de nutrientes presentes en la LFHTC. Se observó que un incremento de la temperatura y del tiempo de residencia resultó en una mayor descomposición de la materia orgánica en la fase líquida. Esto condujo a una disminución del rendimiento másico de hidrochar y a un aumento del rendimiento del líquido, lo que favoreció la deshidratación del fango de entrada y permitió una reducción de más del 70% en la generación de biosólidos. Además, el aumento de la temperatura también condujo a un incremento del rendimiento energético y el poder calorífico superior del hidrochar obtenido. Paralelamente, mediante ensayos de Potencial Bioquímico de Metano (BMP), se estudió la valorización energética del agua de proceso mediante digestión anaerobia mesofílica. Se obtuvieron rendimientos de metano entre 123-153 mLCH₄/gDQOañadida.

Agradecimientos

MCIN/AEI/10.13039/501100011033 (PID2020-114315RB-C21 y PID2020-114315RB-C22), GRISOLIAP/2021/154 y CIACIF/2022/299.

P126. Metodología para la selección de fertilizantes alternativos procedente de materias primas secundarias

L. González Monjardín¹, E. Robles Dopazo¹, I. Verleden³, M. Soriano⁴

*¹Fundación Centro Gallego de Investigaciones del Agua (CETAQUA). Santiago de Compostela, España ²INAGRO, Provinciaal Extern Verzelfstandigd Agentschap In Privaatrechtelijke Vorm VZW (INAGRO). Roeselare, Bélgica ³Centro Tecnológico de la Energía y del Medio Ambiente de la Región de Murcia (CETENMA). Murcia, España
E-mail del autor para la correspondencia: lucia-jimena.gonzalez@cetaqua.com*

Resumen

La creciente demanda de productos alimentarios, promovido por un crecimiento mundial de la población, ha aumentado la dependencia en Europa de fertilizantes convencionales que tienen un gran impacto sobre el medio ambiente. En este contexto, FER-PLAY está basado en la evaluación de fertilizantes alternativos derivados del aprovechamiento de materias primas secundarias, como el estiércol y los lodos de depuradoras, para demostrar sus múltiples beneficios y promover su producción y uso a gran escala.

FER-PLAY ha realizado un mapeo de las materias primas secundarias en Europa con potencial para ser utilizadas como fertilizantes alternativos, involucrando actores clave de toda la cadena de valor. A continuación, se realiza una clasificación en dos fases de las 52 cadenas de valor encontradas durante el mapeo. Primero, se realiza un enfoque GO/NO-GO, donde se contrasta su viabilidad con respecto a cinco criterios relacionados con su contenido de nutrientes, abundancia de materias primas, nivel de maduración de la tecnología existente, toxicidad y disponibilidad de datos. La segunda fase clasifica las cadenas de valor en base a los criterios técnicos mencionados previamente. Las cuarenta y ocho cadenas de valor seleccionadas son recogidas en una base de datos disponible públicamente. Finalmente, a partir de estas cadenas de valor, se seleccionaron las siete con mayor potencial con el objetivo de ser evaluadas en función de su rendimiento, desde el punto de vista ambiental, económico y social. De las cadenas de valor seleccionadas, tres están basadas en la revalorización de aguas residuales, desde recuperación de estruvita a estabilización de lodos provenientes de depuradora; poniendo en valor la importancia de la recuperación de recursos en la gestión integral del agua en aras de una economía europea más circular.

Agradecimientos

Los autores agradecen al programa Horizonte Europa por la financiación a través del proyecto Fer-Play: (GA ID:101060426). Asimismo, los autores agradecen el apoyo al programa Horizonte Europa por la financiación a través de los proyectos BioReCer (GA ID: 101060684) y HOOP (GA ID: 101000836).

P127. Eliminación de microplásticos de lodos de depuradora

A. Pérez, A. Santos, C.M. Domínguez, S. Cotillas

*Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Facultad de Ciencias Químicas,
Universidad Complutense de Madrid, Avenida Complutens S/N, 28040 Madrid, España
E-mail: alejap19@ucm.es*

Resumen

En las últimas décadas, el desarrollo social e industrial ha propiciado una expansión en el uso de plásticos, generándose grandes volúmenes de residuos, que, inevitablemente, acaban vertiéndose en el medio ambiente como microplásticos (MPs). Las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDARs) actúan como sumidero de MPs, pero también constituyen uno de los principales focos de emisión, ya que, las tecnologías de las EDARs no están diseñadas para su eliminación, de modo que vuelven a ser liberados al medio ambiente. Debido a su tamaño y características, los MPs quedan retenidos principalmente en los lodos, que, en aras de una economía sostenible, se emplean como materia prima para la producción de compost, utilizado como fuente de nutrientes para mejorar la calidad de suelos agrícolas y jardines [1]. En este contexto, el desarrollo de tecnologías sostenibles, capaces de separar los MPs de los lodos en las EDARs, y de esta forma, mitigar el impacto negativo de dichos contaminantes en los ecosistemas es de vital importancia. Tradicionalmente la separación de MPs de las muestras de lodos se ha llevado a cabo mediante métodos basados en la densidad de soluciones salinas saturadas [2]. Sin embargo, el empleo de estos métodos aporta una excesiva cantidad de sales al medio agrícola (ya que se retienen en los lodos), lo cual resulta ineficiente desde el punto de vista ecológico. Así, en el presente trabajo se ha estudiado la influencia de la etapa de pretratamiento de los lodos (% humedad, tiempo y temperatura de secado, triturado, tamizado, etc.) en la eficiencia de la separación de los MPs de los lodos procedentes de EDARs, aplicando distintas tecnologías físico-químicas sostenibles, como la agitación, aireación y/o adición de sustancias tensioactivas.

Agradecimientos

Esta investigación es parte del proyecto de I+D+i / TED2021-131380A-C22 y de la Ayuda CNS2023-144029, financiados por MICIU/AEI/10.13039/501100011033/ y por la “Unión Europea NextGenerationEU/PRTR”.

Referencias

- [1] X. Wu, X. Zhao, R. Chen, P. Liu, W. Liang, J. Wang, M. Teng, X. Wang, S. Gao, *Water Research* 221 (2022) 118825.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.118825>.
- [2] M.D. Hatinoğlu, F.D. Sanin, *Journal of Environmental Management* 295 (2021) 113028. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113028>.

P128. Eliminación de genes de resistencia a los antibióticos en lodos mediante digestión anaerobia e hidrólisis térmica post-AD

K. I. Matute^{1 2}, C. Valencia^{1 2}, J. Gonçalves^{1 2}, S. I. Pérez-Elvira^{1 2}, I. Díaz^{1 2}

¹ *Universidad de Valladolid, Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente, Valladolid*

² *Instituto de Procesos Sostenibles de la Universidad de Valladolid, Valladolid*
E-mail del autor para la correspondencia: israel.diaz@uva.es

Resumen

Con el trasfondo del papel pivotal de los antibióticos en la atención sanitaria en contraposición a su contribución a la proliferación de genes de resistencia a los antibióticos (GRA), que representan riesgos significativos para la salud pública y el medio ambiente, esta investigación tiene como objetivo mitigar los GRA. Se enfoca en la digestión y posterior hidrólisis térmica (HT) de lodos de EDAR y purines de cerdo, identificados como fuentes primarias de GRA en los sustratos de DA (Sabri et al., 2020). Utilizando procesos de DA semi-continuos (2L) seguidos por HT, el estudio evalúa la eficiencia de eliminación de siete GRA específicos: *intl1*, *sul1*, *tetO*, *Mrc1*, *blaIMP*, *blaVIM* y *blaKPC*. La metodología incluye la medición de la producción diaria de biogás, la composición del biogás y parámetros estándares como Sólidos Totales (ST), Sólidos Volátiles (SV), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Nitrógeno Kjeldahl Total (NKT), concentración de amonio y pH, junto con la cuantificación de GRA mediante qPCR. Los resultados muestran una reducción significativa en las concentraciones de GRA post-DA y HT, con eficiencias de eliminación que oscilan entre el 78-98%. La HT mostró particularmente una mayor eficiencia en reducir las concentraciones de GRA, enfatizando su potencial para mejorar la bioseguridad de los biosólidos para aplicaciones en suelo. Este proceso no solo aborda la necesidad crítica de mitigación efectiva de GRA en el tratamiento de lodos, sino que también contribuye a los beneficios ambientales mediante la inactivación de patógenos, reduciendo así los riesgos asociados con la aplicación de biosólidos en suelos.

Agradecimientos

Nos gustaría agradecer a la red REPARES por su apoyo en la implementación de la metodología q-PCR para la cuantificación de GRA y por proporcionarnos amablemente los protocolos para sus GBlocks. Este trabajo fue apoyado por el Gobierno Regional de Castilla y León y la EU-FEDER (CLU 2017-09, CL-EI-2021-07, UIC 338).

Referencias

Sabri, N. A., Schmitt, H., Van Der Zaan, B., Gerritsen, H. W., Zuidema, T., Rijnaarts, H. H. M., & Langenhoff, A. A. M. (2020). Prevalence of antibiotics and antibiotic resistance genes in a wastewater effluent-receiving river in the Netherlands. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 8(1). doi: 10.1016/j.jece.2018.03.004

P129. Influencia de los catalizadores en la licuefacción hidrotérmica de lodos primarios municipales: mejora hacia un biocrudo de mayor calidad

J. Cheikhwafa, E. Torrens, C. Bengoa *

Universitat Rovira i Virgili, Departament d'Enginyeria Química, Avinguda dels Països Catalans 26, 43007, Tarragona, Spain

** e-mail del autor para la correspondencia: christophe.bengoa@urv.cat*

Resumen

El efecto de los catalizadores homogéneos y heterogéneos en la licuefacción hidrotérmica de lodos primarios fue estudiado. Biocrudo, biochar, fase acuosa y biogás se vieron afectados, tanto en términos de cantidad como de calidad (Dang et al., 2021). La licuefacción hidrotérmica sin ningún catalizador alcanzó un rendimiento de biocrudo del 37,7% (p/pVS). Las mejores mejoras en el rendimiento de biocrudo se observaron con CuSO₄ (10%), 42,20% (p/pSV) y TiO₂ (20%), 41,90% (p/pSV). Todos los experimentos con catalizador produjeron un biocrudo con un HHV superior a 30 MJ/kg y con un contenido de carbono superior al 60%. El análisis demostró que la fracción principal del biocrudo eran asfáltenos, la fase más pesada. Mientras que la fase ligera, aceites, en la mayoría de los casos, contenía más saturados que polares. El biochar y la fase acuosa se recuperaron con altos contenidos orgánicos, lo que permite su uso en aplicaciones adicionales. Aunque las fracciones de gas eran pequeñas, sus composiciones variaban entre CO, CO₂ e hidrocarburos. Los catalizadores se recuperaban normalmente con la fase sólida, excepto en algunos casos debido a sus tamaños de partículas. La mayor parte de las cenizas del lodo primario se transfirieron al biochar. Algunas partes de ellas fueron a la fase acuosa y al biocrudo durante el proceso de separación.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su gratitud por la colaboración de Gestió Ambiental i Abastament S.A. en Reus, España. Asimismo, agradecen el apoyo financiero de la Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca (AGAUR) y del proyecto PECT "Cuidem el que ens uneix/Pobles Vius i Actius/Ebrebioterritori".

Referencias

Dang, Z., Zhu, X., Wang, L., Ji, G. (2021). Titanium dioxide catalytic hydrothermal liquefaction to treat oily sludge: As hydrogen production catalyst. *Chemical Engineering Journal Advances*, 8, 100139. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.100139>.

P130. ENERWATER: una metodología estandarizada para mejorar la eficiencia energética de las EDAR

A. Hospido¹, S. Longo^{1,2}, M. Mauricio-Iglesias¹, J. Lema¹

¹ *Universidade de Santiago de Compostela, CRETUS, Departamento de Ingeniería Química. Santiago de Compostela*

² *HERA S.p.A., Central Innovation Dpt., via Cesare Diana 40, 44, 121 Ferrara, Italy*
E-mail del autor para la correspondencia: almudena.hospido@usc.es

Resumen

Las EDAR transforman una materia prima (agua residual) en productos de alto valor añadido (agua depurada, nutrientes recuperados, biogás, polímeros, ...) y, como cualquier otro proceso industrial, dicha transformación debe realizarse al mínimo coste económico, ambiental y social. Estos costes dependen de la tipología concreta de la planta, que incluye factores como la capacidad de la planta, las características del agua de entrada, el diseño de la instalación y los requerimientos de calidad del agua tratada; si bien un elemento común es la alta contribución del consumo energético (1) y por ello la reducción de los costes de una EDAR pasa por aumentar su eficiencia energética. El problema surge cuando la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética y sus transposiciones nacionales no especifica una definición clara de eficiencia energética para las EDAR o los métodos que deben utilizarse en las auditorías de eficiencia energética obligatorias. Cubrir esta ambigüedad, estableciendo una definición clara y precisa en función de diferentes tipologías de EDAR, definiendo una metodología estandarizada con dos aproximaciones diferentes, auditoría rápida y diagnosis, (2) y construyendo un indicador fácilmente comunicable y entendible por los diferentes agentes implicados en la gestión urbana del agua (3), fue el objetivo del proyecto H2020 ENERWATER (coordinado por la USC y participado por 9 entidades de 4 países)¹ y el establecimiento de las bases científicas y técnicas del estándar europeo *PD CEN/TR 17614:2021 Standard method for assessing and improving the energy efficiency of waste water treatment plants*². Yendo un paso más allá, en el marco de la línea de investigación EFICIENCIA ENERGÉTICA: NEXO AGUA-ENERGÍA del BioGroup³ evaluamos y comparamos diferentes métodos (4) en función no solo de su capacidad para identificar procesos ineficientes, sino también de adaptación a los datos disponibles, a las competencias de quienes realizan la evaluación y a los objetivos de las partes interesadas que interpretan los resultados; con el objetivo de guiar al sector del agua en su camino hacia la mejora de la eficiencia energética.

Agradecimientos

¹ <https://cordis.europa.eu/project/id/649819/es>

² <https://www.en-standard.eu/pd-cen-tr-17614-2021-standard-method-for-assessing-and-improving-the-energy-efficiency-of-waste-water-treatment-plants/>

³ <https://biogroup.usc.es/?q=node/3331>

Los autores agradecen el trabajo de todo el consorcio ENERWATER y en especial el acompañamiento durante el proceso de tramitación como estándar del personal de UNE (Carmen Martín y Fernando Utrilla). Asimismo, se agradece la financiación basal del grupo de investigación (GRC ED431C 2021/37), programa co-financiado por FEDER.

Referencias

- [1] Longo, S., d'Antoni, B.M., Bongards, M., Chaparro, A., Cronrath, A., Francesco, F., Lema, J.M., Mauricio-Iglesias, M., Soares, A. and Hospido, A. (2016). Monitoring and diagnosis of energy consumption in wastewater treatment plants. A state of the art and proposals for improvement. *Applied Energy*. 179:1251-1268. doi: 10.1016/j.apenergy.2016.07.043
- [2] Longo, S., Mauricio-Iglesias, M., Soares, A., Campo, P., Fatone, F., Eusebi, A.L., Akkersdijk, E., Stefani, L. and Hospido A. (2019). ENERWATER – A standard method for assessing and improving the energy efficiency of wastewater treatment plants. *Applied Energy*. 242, 897–910. doi: 10.1016/j.apenergy.2019.03.130
- [3] Mauricio-Iglesias, M., Longo, S. and Hospido, A. (2020). Designing a robust index for WWTP energy efficiency: The ENERWATER water treatment energy index. *Science of the Total Environment*. 713:136642. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.136642
- [4] Longo, S., Hospido, A. and Mauricio-Iglesias, M. (2023). Energy efficiency in wastewater treatment plants: A framework for benchmarking method selection and application. *Journal of Environmental Management*. 344:118624. doi: 10.1016/j.jenvman.2023.118624

P131. Caso de estudio: Evaluando el potencial energético y de microcontaminantes en diferentes granjas porcinas andaluzas. OLISWINE.

C. Martín¹, J.M Espinosa¹, M. Pintado², R. Cert¹; V.M Ramos¹, F.G Feroso¹, S. Zahedi^{1,*}

¹ *Instituto de La Grasa, Spanish National Research Council (CSIC), Campus Universitario Pablo de Olavide– Ed. 46, Ctra. de Utrera, Km. 1, Seville, 41013, Spain.*

² *Department of Physical Chemistry, Faculty of Marine and Environmental Sciences, CEI-MAR, University of Cadiz, Cádiz, Spain*
E-mail del autor para la correspondencia: Soraya Zahedi: szahedi@ig.csic.es

La ganadería porcina representa cerca del 40% de la producción total ganadera española. Anualmente, se generan en España más de 50 millones de toneladas de purines porcinos, compuestos por heces, orina, paja, restos de alimentos y agua de limpieza. Estos residuos contienen además compuestos que pueden ser tóxicos para el medio ambiente, como amonio, materia orgánica, metales, residuos farmacéuticos, o genes de resistencia a antibióticos. La gestión de estos residuos plantea un grave problema ambiental debido a su alta carga orgánica y sustancias nocivas.

En esta problemática se enmarca el proyecto OLISWINE (PID2022-137299OB-I00). Actualmente nos encontramos en la primera etapa del proyecto y estamos caracterizando de manera integral (potencial de biometano, materia orgánica, composición elemental, contenido microbiano, genes de resistencia a antibióticos, residuos farmacéuticos, etc.) diferentes residuos de explotaciones industriales porcinas andaluzas. Para esto se han muestreado diferentes instalaciones de producción intensiva que cuentan con cerdos en distintos puntos de su ciclo de vida: madres reproductoras, cebo y lechones. Nos encontramos evaluando su potencial energético y contaminante. Los resultados más relevantes se mostrarán en el XV Congreso Español de Tratamiento de Aguas.

Agradecimientos

This study has received funding from PID2022-137299OB-I00 financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033/ FEDER,EU and 202270I040_CSIC Project.

C. Martín-Medrano thanks funding from Spanish Ministry of Science and Innovation (MICINN) (PREP2022-000785).

P132. Proyecto WaterCLUE: Detección en línea y digitalización de sistemas de suministro de agua potable para la mitigación oportuna de riesgos químicos y microbianos

H. Monclús, A. Cabrera-Codony

*LEQUIA. Universidad de Girona.
hector.monclus@udg.edu*

Resumen

El proyecto WaterCLUE propone un enfoque transformador para mejorar los sistemas de tratamiento de agua potable aprovechando el análisis de datos en tiempo real, el modelado predictivo y la optimización inteligente.

El proyecto se centra en tres objetivos clave: integrar sensores multiparamétricos en línea para el seguimiento continuo de las variaciones del DOM; desarrollar modelos predictivos que correlacionen las fracciones DOM con la formación de DBP; y optimizar las operaciones de DWTP mediante la aplicación de datos en tiempo real y modelos predictivos para ajustar las dosis y las condiciones operativas de manera efectiva para mitigar los riesgos químicos y microbianos.

La novedad de WaterCLUE radica en el contexto específico al que se dirige: un Sistema de Alerta Temprana para ETAP y redes de distribución. Al combinar tecnología de sensores en línea, análisis avanzados y modelos predictivos, el proyecto permite el monitoreo proactivo y la detección oportuna de riesgos potenciales relacionados con DBP. Este enfoque facilita acciones e intervenciones correctivas rápidas y, en última instancia, mejora la resiliencia y la capacidad de respuesta de las ETAP.

Los impactos científicos y técnicos de WaterCLUE radican en el avance en la comprensión de la formación de DBP y los factores que influyen en el tratamiento del agua potable. El proyecto fomentará la digitalización del sector del agua, alineándose con la UE y las iniciativas globales. Al optimizar los procesos de tratamiento del agua, WaterCLUE contribuirá a aumentar la seguridad del agua, mejorar la salud pública y mejorar la resiliencia al cambio climático y la escasez de agua.

Agradecimientos

Este proyecto será financiado por la Agencia Estatal de Investigación (CNS2023-143664). Asimismo, los autores agradecen a la Agencia Estatal de Investigación por las ayudas a la contratación de personal investigador mediante una ayuda Ramon y Cajal (RYC2019-026434-I) y una ayuda Juan de la Cierva (IJC2019-038874-I). LEQUIA ha sido reconocido como grupo de investigación consolidado (Ref 2021 SGR1352) por la agencia catalana de investigación y universidades (AGAUR).

P133. Uso de lactato y ácido cítrico en la descontaminación por coagulación de aguas grises

L. González-Gil¹, S. Urréjola¹, R. Devesa-Rey¹, J. Bohórquez¹

¹ *Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar. Universidad de Vigo. Plaza de España 2, 36920 Marín, Pontevedra, España.
E-mail del autor para la correspondencia: urrejola@ cud.uvigo.es*

Resumen

Las aguas grises están formadas en un 50-80 % por aguas residuales domésticas. Debido a los bajos niveles de patógenos y nitrógeno de esta agua, su reutilización y reciclado está recibiendo cada vez más atención y se está convirtiendo en una forma de aprovechamiento de los recursos del agua (Boano et al., 2020). Este trabajo se centra en el tratamiento de las aguas grises, generadas en las lanchas de instrucción de la Escuela Naval de Marín, mediante el uso de coagulantes como ácido cítrico y lactato cálcico, basándose en el análisis de la turbidez principalmente, contrastado con el estudio de la absorbancia y la fitotoxicidad (Zucconi et al 1981).

Para ello se realizó un diseño factorial incompleto 33, donde las variables independientes fueron dosis de coagulante, tiempo de tratamiento y tiempo de floculante. Se realizaron 15 experimentos para evaluar diferentes combinaciones de las tres variables, según la metodología Box-Behnken. Los resultados muestran que se puede llegar a reducir una turbidez de casi 1100 NTU a unos 20 NTU, destacando la sencillez y el buen resultado del uso del ácido cítrico. Con el estudio de la absorbancia se resaltan los resultados obtenidos al analizar la turbidez, y con la fitotoxicidad se abre un amplio campo de estudio para la reutilización de aguas grises para regadío y cultivo.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Centro Universitario de Defensa de la Academia Naval Española (CUD-ENM) por todo el apoyo brindado para esta investigación, en particular a través del proyecto de investigación PICUD-2022-02.

Referencias

Boano F. et al. (2020). A review of nature-based solutions for greywater treatment: Applications, hydraulic design, and environmental benefits. *Science of The Total Environment*. Volume 711, 1. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134731>

Zucconi, F. et al. (1981). Evaluating toxicity in immature compost. *Biocycle*. 22: 54–57.

P134. Evaluación integral del estado ambiental del río Guadaíra (SO Andalucía), importante tributario del Guadalquivir

Jiménez Rodríguez Antonia^{1*}, Ángel Aguilera¹, M. José Fernández Rodríguez³, Menta Ballesteros Martín², Juan Domingo Delgado¹

¹ *Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, Departamento de Sistemas Físicos, Químicos y Naturales, Ctra. de Utrera km 1, E-41013.*

**ajimrodr@upo.es (Antonia Jiménez Rodríguez)*

² *Universidad Pablo de Olavide, de Sevilla, Departamento de Biología Molecular e Ingeniería Bioquímica, Ctra. de Utrera km 1, E-41013.*

³ *Universidad de Sevilla, Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Facultad de Biología, 41080*

Resumen

El Río Guadaíra es un espacio protegido de la Red Natura 2000. Consta de unas 227,10 ha, LIC mediterráneo y ZEC, y es uno de los principales tributarios del Guadalquivir. La relación ecológica directa entre estas cuencas implica que la gestión deba ser integral, ya que los cambios ambientales y de biodiversidad que operen en el Guadaíra van a repercutir, inmediatamente, en el grado de conservación del Guadalquivir y de su estuario (incluido Doñana). En el caso del río Guadaíra, el grado de perturbación antrópica que afecta a la calidad del agua sigue siendo muy alto, con el consecuente efecto negativo en el estuario (Casco et al., 2018). En este trabajo se describe las condiciones físico-químicas que determinan la salud ecológica del sistema y se asocian sus variaciones a la estructura de la biota fluvial.

Se trata de un río es poco profundo (1-1,5 m), con una elevada concentración de materia orgánica (25 -100 mg/l de DQO) y de nutrientes (hasta 2 mg/l de P), que hace que existan diferencias significativas entre la concentración de O₂ entre la superficie y el fondo. En agosto del 2022, se evaluó la variación diaria y en profundidad del O₂ disuelto. Las mediciones de la concentración de oxígeno se llevaron a cabo en 3 periodos: i) horas de alta tasa fotosintética (horas centrales del día), ii) horas de falta de luz (atardecer, noche y madrugada) y iii) horas de luz tenue (amanecer, primeras horas de la mañana). Se registraron valores máximos de 21,7 mg O₂/l y mínimos de 2,1 mg O₂/l. Ésta drástica disminución de O₂ en el fondo, impide que la vida piscícola se pueda desarrollar con normalidad, en anticipación a una posible mortandad de peces. Además, se encontró una alta heterogeneidad en la distribución en profundidad de la concentración de O₂. Estas diferencias en la concentración de oxígeno a lo largo del día confirmaron la alta producción del sistema, así como la mayor influencia de los factores bióticos (microalgas/bacterias) frente a los abióticos (turbulencia del agua) en los valores de concentración de O₂.

La elevada proporción de especies exóticas de peces, junto a factores como el escaso caudal, las altas temperaturas del agua (sobre todo en verano), la altísima productividad, materia orgánica y nutrientes (P), así como la importante contribución antropogénica que afecta a todas las franjas del dominio público hidrológico, impiden que la cuenca siga

resultando atractiva para una muy alta diversidad de fauna. En cambio, la avifauna, tanto sedentaria como migrante, es abundante y rica, en particular las especies acuáticas, dándose cita en el Guadaíra numerosos taxones protegidos.

Pese a que se han efectuado iniciativas ambientales buscando mejorar el estado de conservación del río Guadaíra (lo cual redundaría positivamente en los ecosistemas vinculados), los vertidos, eminentemente urbanos, siguen siendo crónicos, hecho que, junto a la creciente sequía, hace de este corredor fluvial un entorno gravemente degradado, muy por debajo de su potencial ecológico.

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación de Ayudas a la I+D+i, en régimen de concurrencia competitiva, en el ámbito del Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación (PAIDI 2020)-Fondo Europeo de Desarrollo Regional-PYC20-033.

Referencias

Anexo V: plan de gestión de las zec arroyo de Santiago, salado de Morón y Matabueyes/Garrapata (es6180007), río Corbones (es6180011), río Guadaíra (ES6180013) y Salado de Lebrija-Las Cabezas (ES6180014)). http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/web/temas_ambientales/espacios_protegidos/planificacion/pg_aprobados/d_113_2015_guadalquivir_guadalete_barbate/se_arroyo_santiago_y_otros/anexo5_arroyo_santiago_otros.pdf

Casco, M.A.; Reyes, I.; Martín, G.; Fernández, M.R.; Sala, S.E., Toja J. (2018). Phycological flora of the Guadalquivir river basin. Its value in determining the ecoregionalization of the basin; Asociación Española de Limnología; Limnetica; 37; 2; 6-2018.

P135. Campus-SUDS: Infraestructura de investigación en drenaje sostenible en la Universidade da Coruña

J. Anta, J. Suárez, A. Jácome, A.V. Goya, I. Fernández, R. Valcarce

Universidade da Coruña. Grupo de Investigación de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente (GEAMA). Centro de Innovación Tecnológica en Edificación e Ingeniería Civil (CITEEC), Campus de Elviña, 15071 A Coruña, España. joaquin.suarez@udc.es

Resumen

El uso de enfoques tradicionales basados en uso exclusivo de infraestructuras grises es poco eficiente en términos de coste-beneficio socio-económico y ambiental, por lo que es necesario diseñar nuevos sistemas de saneamiento y drenaje basados en enfoques híbridos de infraestructuras verdes y grises. La creación en el medio urbano de Sistemas Urbanos de Drenaje Urbano (SUDS), que implican un nuevo paradigma de la gestión de las aguas pluviales, permite el uso de soluciones basadas en la naturaleza, y contribuyen a la gestión del riesgo de inundaciones y la contaminación/calidad del agua, a la mitigación de los efectos de islas de calor y también a la mejora de la biodiversidad y habitabilidad del paisaje urbano. El GEAMA tiene como marco de trabajo en sus líneas de investigación el “Desarrollo Urbano Sensible al Agua” (DUSA), uno de cuyos ámbitos principales es el desarrollo de SUDS.

El Campus-SUDS es una infraestructura singular compuesta por 10 instalaciones piloto a escala real ubicadas en los Campus de Elviña y de A Zapateira. Entre ellas se cuenta con 7 tipologías diferentes de técnicas (cubiertas verdes, filtros activos, biofiltración, estanque de retención, ...), una instalación piloto para la gestión y tratamiento de las aguas residuales, y una estación de monitorización de los flujos de agua residual, pluvial y fluvial que salen de la cuenca hidrológica en la cual se sitúa el Campus Central.

En esta comunicación se presentarán las primeras experiencias de monitorización de algunas de las técnicas SUDS de esta infraestructura singular, así como de otras actividades de acompañamiento, fundamentales para su difusión social y académica.

Agradecimientos

Infraestructura Campus-SUDS financiada por el proyecto “EQC2019-006507-P”, Plan estatal I+D+i 2017-2020. Trabajos actuales: Proyecto SUDS (SUDSlong-LCG)” PID2021-122946OB-C31 financiado por MCIN/ AEI /10.13039/501100011 y Concello de A Coruña.

P136. Funcionalización superficial con cítrico de un carbón activo obtenido a partir de char de residuos plásticos para la adsorción de Pb en agua

L. Pereira, R.R. Solís*, G. Blázquez, M. Calero, M.A. Martín-Lara

Universidad de Granada, Departamento de Ingeniería Química, Tecnologías de Valorización de Residuos y Procesos Catalíticos. Granada
E-mail del autor para la correspondencia: rafarsolis@ugr.es

Resumen

El consumo creciente de plásticos y el procesado de sus residuos supone un de los grandes retos medioambientales de la sociedad actual, ya que el reciclado completo mediante procesos mecánicos se ve comprometido por la complejidad y factibilidad desde el punto de vista tecnológico. La valorización química a través de procesos térmicos pirólíticos se ha postulado como potencial solución, transformando los residuos en tres fases, una gaseosa, otra líquida conocida como oil, y un sólido carbonoso denominado char. Aunque el grado de implementación de la pirólisis como tecnología se encuentra en un grado avanzado de madurez, el aprovechamiento de la fracción sólida o char aún no es una realidad, limitando el aprovechamiento circular del proceso.

En este trabajo se explora la viabilidad del aprovechamiento de residuos sólidos de la pirólisis de plásticos post-consumo, obtenidos de la fracción de rechazo de una planta de residuos sólidos urbanos, para su uso como precursor de materiales carbonosos activados con potencial aplicación en la adsorción de metales en agua. De ensayos previos usando como agentes activantes hidróxidos o carbonatos de sodio y potasio, se seleccionó el Na_2CO_3 debido a su mayor capacidad para generar mesoporosidad, mejorando la adsorción de metales pesados en agua, concretamente Pb. Con el fin de mejorar la capacidad de adsorción del metal en agua, este trabajo se centra en la funcionalización de la superficie del material, enriqueciéndola con grupos oxigenados mediante un tratamiento del material activado con ácido cítrico. Se ha estudiado la influencia de la cantidad de ácido cítrico en el proceso de modificación sobre las propiedades texturales (isotermas de adsorción-desorción con N_2 , isotermas de adsorción con CO_2) y químicas en superficie (espectroscopia fotoelectrónica de Rayos X, XPS), así como su relación con la mejora en la adsorción de Pb en agua. La modificación con cítrico, aunque disminuyó en términos globales la porosidad textural, especialmente la de microporos debido a un efecto de bloqueo, impactó positivamente en la generación de grupos oxigenados que presentan un papel determinante en la mejora de adsorción de metales pesados como el Pb.

Agradecimientos

Esta comunicación es parte del proyecto TED2021-130157B-I00 (CARBOPLASTIC), financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea “NextGenerationEU”/PRTR.

P137. REALM: Microalgas para la economía circular en aguas de invernadero

J. Ruiz¹, J.A. Perales¹, C. Garrido-Pérez¹

*¹ Departamento de Tecnologías del Medio Ambiente, Instituto Universitario de Investigaciones Marinas (INMAR), Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEIMAR), Universidad de Cádiz, 11510 Puerto Real, Cádiz, España
E-mail del autor para la correspondencia: jesus.ruizgonzalez@uca.es*

Resumen

El cultivo hidropónico en invernaderos representa un método avanzado de producción agrícola, que puede prescindir del sustrato sólido al cultivar sobre una solución de nutrientes. Se ha identificado como una alternativa altamente eficiente en el uso de agua en comparación con los cultivos tradicionales, con la posibilidad de reducir el consumo de agua hasta en un 90% (Banerjee y col., 2021). No obstante, la recirculación del agua una vez utilizada puede comprometer el cultivo si no se encuentra correctamente tratada, siendo su destino en muchas ocasiones el vertido. Estas aguas de drenaje, sin embargo, resultan un medio de cultivo apropiado para las microalgas (Ajeng y col., 2022). De este modo, implementar un sistema de producción de microalgas complementario a este método agrícola mejoraría la calidad del agua, permitiendo su reutilización o mitigando el impacto de su vertido. Paralelamente, se produciría una biomasa comercialmente interesante, con efectos notables como biopesticidas y bioestimulantes. En el presente trabajo se presenta el modelo descentralizado de economía circular perseguido en el proyecto REALM, donde se consigue una reutilización del agua y la producción de un producto de valor en el ámbito agrícola.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por Horizon Europe bajo el Programa Marco de Investigación e Innovación de la Unión Europea para el período 2021 -2027, bajo el acuerdo no. 101060991; Proyecto REALM.

Referencias

Banerjee, A., Paul, K., Varshney, A., Nandru, R., Badhwar, R., Sapre, A., & Dasgupta, S. (2021). Soilless indoor smart agriculture as an emerging enabler technology for food and nutrition security amidst climate change. *Plant Nutrition and Food Security in the Era of Climate Change*, 179-225. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822916-3.00004-4>.

Ajeng, A. A., Rosli, N. S. M., Abdullah, R., Yaacob, J. S., Qi, N. C., & Loke, S. P. (2022). Resource recovery from hydroponic wastewaters using microalgae-based biorefineries: A circular bioeconomy perspective. *Journal of Biotechnology*, 360, 11-22. <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2022.10.011>

P138. Uso de membranas de ultrafiltración como tratamiento terciario para la regeneración de aguas residuales en EDAR

Á. Sabina Acebrón¹, J. Revert-Vercher¹, P. Sanchis-Perucho¹, L. Borrás¹, A. Seco¹

¹ CALAGUA – Unitat Mixta UV-UPV, Departament d'Enginyeria Química, Universitat de València, Avinguda de la Universitat s/n, 46100 Burjassot, Valencia, España
E-mail del autor para la correspondencia: angela.acebron@uv.es

Resumen

La escasez de agua es uno de los mayores retos en la actualidad. El 40 % de la superficie terrestre mundial está clasificada como árida o semiárida, lo que pone de manifiesto la importante falta de fuentes de agua de calidad en numerosos países.

Este trabajo presenta las membranas de ultrafiltración (UF) como una alternativa a los tratamientos terciarios convencionales, que permite cumplir el Reglamento 2020/471 sobre el uso de agua regenerada para riego. Para ello se ha operado una planta piloto de UF situada en una EDAR de Valencia durante un año. La UF ha demostrado ser capaz de generar un agua de clase A, siendo capaz incluso de eliminar parcialmente virus e incluso algunos contaminantes emergentes (incluidos microplásticos y Genes Resistentes a Antibióticos).

Además de estudiar la calidad del agua regenerada mediante UF, también se ha llevado a cabo distintas estrategias de operación para estudiar las condiciones que garantizan el control del ensuciamiento y la durabilidad de la membrana (Sanchis-Perucho *et al.*, 2023). Se ha detectado que el principal ensuciamiento que sufre la UF como tratamiento terciario es de tipo reversible y de naturaleza inorgánica. Los resultados muestran que, con las estrategias adecuadas, es posible trabajar a 20-22 LMH durante largos periodos de tiempo, demostrando su viabilidad técnica. A esto hay que sumar la reducción significativa de la demanda de espacio, el ahorro en el uso de químicos y su gran modularidad respecto a los tratamientos convencionales.

Agradecimientos

Este trabajo se enmarca dentro del proyecto PROMETEO/2021/085 financiado por la Generalitat Valenciana.

Referencias

Sanchis-Perucho, P.; Aguado, D.; Ferrer, J.; Seco, A.; Robles, Á. Evaluating the Feasibility of Employing Dynamic Membranes for the Direct Filtration of Municipal Wastewater. *Membranes* 2022, 12, 1013. <https://doi.org/10.3390/membranes12101013>

P139. Implantación de sistemas de tratamiento avanzados para la eliminación de microplásticos y obtención de agua regenerada de una EDAR

E. Roldán-Álvarez^{1,2}, A. Taboada-Santos¹, C.M. Castro-Barros¹, L. Rodríguez-Hernández³

¹ CETAQUA, Centro Tecnológico del Agua, A Vila da Auga, Santiago de Compostela.

² Inst. CRETUS, Dpto. de Ingeniería Química, Universidade de Santiago de Compostela.

³ VIAQUA, A Vila da Auga, Santiago de Compostela.

E-mail del autor para la correspondencia: emilio.roldan@cetaqua.com

Resumen

En el contexto actual de sequías prolongadas en gran parte del territorio español y descarbonización de la industria con limitaciones del uso de combustibles fósiles, el desarrollo de tecnologías de regeneración sostenible de agua residual/usada con elevado potencial de recuperación para nuevos usos, han despertado un elevado interés en diferentes campos como los industriales, agrícolas y urbanos. En este sentido, los procesos físico-químicos de bajo requerimiento energético para una correcta desinfección del agua y eliminación de microplásticos han tomado una gran relevancia en el mercado para suplir estas necesidades.

Por un lado se presenta un balance de eliminación e identificación de microplásticos en la EDAR de Ourense, además de los resultados obtenidos con el uso de tecnologías de filtración a través de membranas de UF recicladas de las potabilizadoras; una vez agotado su uso en estas consiguiendo una segunda vida. Como inconveniente se consiguen menores caudales de permeado con las membranas recicladas, pero permite obtener suficiente caudal para satisfacer los requerimientos actuales en diferentes usos a los que se destina el agua regenerada.

Por otra parte se implementa una desinfección física, evitando contaminaciones por otros compuestos químicos secundarios a través de una lámpara UV LED de elevada eficacia de desinfección y bajo consumo energético. Sustituyendo con esta tecnología los métodos convencionales de desinfección a través de cloro, lámparas UV de elevado consumo eléctrico, ozono...

Finalmente se instala una tecnología innovadora de dispositivo tecnológico para dispensar el agua obtenida. Se utilizará con el fin de digitalizar y concienciar del uso del agua regenerada y del gran valor que se le puede dar antes de ser devuelta a su cauce.

Agradecimientos

Este trabajo se enmarca dentro del Centro Mixto Cigat Circular, (IN853C/2022), financiado por la Axencia Galega de Innovación y Viaqua.

P140. Modelo mecanístico del proceso foto-Fenton solar con Fe³⁺-IDS para la regeneración de aguas residuales

P. Soriano Molina¹, M. De Carluccio², E. Olivares Ligeró¹, J.L. García Sánchez¹, J.L. Casas López¹, L. Rizzo², J.A. Sánchez Pérez¹

¹ *University of Almería, Chemical Engineering Department, Solar Energy Research Centre (CIESOL). Almería (Spain)*

² *University of Salerno, Department of Civil Engineering, Water Science and Technology group (WaSTe). Salerno (Italy)*

E-mail del autor para la correspondencia: paula.soriano@ual.es

Resumen

Por primera vez, se ha propuesto un modelo mecanístico del proceso foto-Fenton solar con Fe³⁺-IDS para la desinfección y la eliminación de microcontaminantes. Para ello, se evaluó el efecto de la temperatura (15, 25 y 35 °C) y la irradiancia UVA (10, 20, 30 y 40 W/m²) en la inactivación de *Escherichia coli* (*E. coli*, 10⁵ UFC/100 mL) y la eliminación del plaguicida acetamiprid (ACTM, 100 µg/L) en un efluente secundario de depuradora sintético, con 0,1 mM de Fe³⁺-IDS y 1,47 mM de H₂O₂. En base a la fenomenología del proceso, se propuso un modelo de 24 reacciones abarcando las diferentes vías de reacción del Fe³⁺-IDS (descomposición térmica a pH neutro, Fenton y foto-Fenton solar), la inactivación de *E. coli*, la eliminación de ACTM y las reacciones scavenger de radicales hidroxilo de la materia orgánica y el carbono inorgánico. Con respecto a la desinfección, se aplicó la modelización cinética de múltiples objetivos múltiples impactos (Casado et al., 2021) considerando (i) la contribución sinérgica de la radiación UVA y el H₂O₂ y (ii) el ataque directo de los radicales hidroxilo generados por el proceso foto-Fenton. Los parámetros cinéticos obtenidos se utilizaron para validar el modelo en un reactor tipo raceway de 5 cm de profundidad de líquido, con un cambio de escala de 0,84 L a 19 L, siendo el error cuadrático medio 3,8%, 5,1%, 3,9% y 17% para Fe³⁺-IDS, H₂O₂, ACTM y *E. coli*, respectivamente. El modelo contribuye a la comprensión mecanística del proceso foto-Fenton con Fe³⁺-IDS, y se puede aplicar como herramienta para controlar y optimizar el proceso, garantizando el cumplimiento de una regulación de reutilización de aguas en riego agrícola cada vez más restrictiva.

Agradecimientos

Proyectos INTEGRASOL (TED2021-130458B-I00) y LIFE PHOENIX (No. LIFE19ENV/ES/000278).

Referencias

Casado, C, Moreno-SanSegundo, J, De la Obra, I., Esteban García, B., Sánchez Pérez, J.A., Marugán, J. (2021). Mechanistic modelling of wastewater disinfection by the photo-Fenton process at circumneutral pH. *Chemical Engineering Journal*. 403, 126335. doi:10.1016/j.cej.2020.126335.

P141. Aplicación del proceso cloro foto Fenton solar a escala demostrativa como tratamiento para el reúso de aguas en agricultura

S. Belachqer-El Attar¹, P. Soriano-Molina¹, A. Paris-Reche¹, E. Jambrina Hernández¹, A. Agüera¹, J.A. Sánchez Pérez¹

*¹Universidad de Almería, Departamento de Ingeniería Química, Centro de Investigación en Energía Solar (CIESOL), Almería
E-mail del autor para la correspondencia: sbe146@ual.es*

Resumen

La regulación europea para la reutilización de aguas (UE 2020/741) ha endurecido los estándares de calidad microbiológica. Asimismo, ésta contempla los microcontaminantes en el plan de gestión de riesgos. Ante este nuevo marco legislativo, es necesario desarrollar tratamientos alternativos sostenibles y económicos, que no generen subproductos tóxicos o supongan elevados costes energéticos. En este sentido, el proceso cloro-foto-Fenton solar, una innovadora estrategia basada en la combinación simultánea de foto-Fenton solar e hipoclorito de sodio (NaClO) (Belachqer-El Attar et al., 2022) usando Fe³⁺-NTA como fuente de hierro, ha sido propuesta con resultados prometedores. Se trataron efluentes secundarios de la EDAR de Uleila del Campo (Almería) mediante la operación en modo flujo continuo del proceso cloro-foto-Fenton solar a escala demostrativa en un reactor raceway de 7,4 m³ (10 cm de profundidad de líquido), con 1 h de tiempo de residencia hidráulico. Las concentraciones de reactivos fueron de 0,1 mM de Fe³⁺-NTA, 0,73 mM de H₂O₂ y 0,13 mM de NaClO. Se cuantificaron los microcontaminantes orgánicos, Escherichia coli (E. coli) y Clostridium perfringens, y los subproductos de desinfección (trihalometanos, THM y ácidos haloacéticos, HAA). Los resultados obtenidos tras dos días consecutivos de operación demuestran la viabilidad operacional de esta nueva estrategia. Se eliminó entre el 50 y el 60% de la carga total de microcontaminantes y los niveles de desinfección alcanzados fueron ≥ 5 unidades logarítmicas para E. coli y 3 para Clostridium perfringens. Ajustando las condiciones de oxidación, dicho proceso se muestra como una solución competente para la regeneración de efluentes secundarios de EDAR para la calidad más restrictiva (Clase A). Además, se cumple con los requisitos de monitoreo (Clase A), y los límites establecidos de THM y HAA.

Agradecimientos

Proyecto ANUKIS (PDC2021-121772-I00), y S. Belachqer-El Attar al PPIT-UAL.

Referencias

Belachqer-El Attar, S., Soriano-Molina, De la Obra, I., Sánchez Pérez, J. A. (2022). A new solar photo-Fenton strategy for wastewater reclamation based on simultaneous supply of H₂O₂ and NaOCl. Science of the Total Environment. 834, 155273.

P142. Análisis tecno-económico del proceso foto-Fenton solar basado en la simulación de la operación anual de una planta demostrativa

E. Gualda-Alonso¹, D. Rodríguez-García¹, N. López-Serrano¹, J.L. Casas López¹, J.A. Sánchez Pérez¹

¹Universidad de Almería, Dpto. Ingeniería Química, BIO-263, Almería E-mail del autor para la correspondencia: ega143@ual.es

Resumen

En este trabajo se presenta un análisis tecno-económico del proceso foto-Fenton solar como tratamiento para la regeneración de efluentes secundarios de estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR). Para ello, se simuló la operación en modo flujo continuo de un reactor tipo *raceway* de 100 m², ubicado en la EDAR El Bobar (Almería) [1]. Se seleccionó un sistema de control robusto basado en eventos y, las simulaciones se realizaron usando un modelo cinético del proceso, que permite estimar los principales parámetros de operación en las diferentes estaciones del año (capacidad de tratamiento, eliminación de contaminantes de preocupación emergente CEC, consumo de reactivos, consumos energéticos, horas de operación, etc). Se utilizaron datos históricos de las condiciones ambientales (irradiancia solar y temperatura del agua) y la composición del efluente secundario (concentración de CEC, carbono inorgánico total y carbono orgánico disuelto), así como los datos técnicos de la planta demostrativa, para reproducir fielmente su comportamiento. Los resultados obtenidos evidencian la viabilidad tecno-económica del proceso foto-Fenton solar para su implementación a nivel comercial.

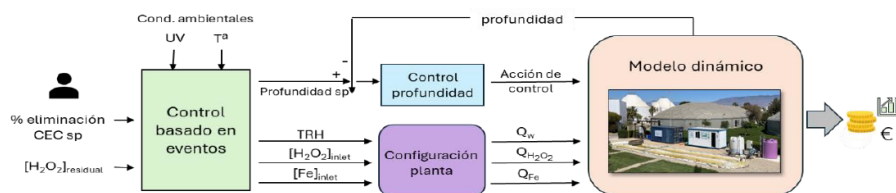


Figura 1. Esquema de control y simulación del proceso foto-Fenton solar.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por los siguientes proyectos: Proyecto INTEGRASOL financiado por MCIN, AEI & "NextGenerationEU"/PRTR (TED2021-130458B-I00) y proyecto LIFE ULISES financiado por la UE (nº LIFE18ENV/ES/000165). D. Rodríguez-García agradece al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades por su contrato de investigación predoctoral FPU (FPU22/01465).

Referencias

[1] Gualda-Alonso, E., Soriano-Molina, P., Casas López, J.L., García Sánchez, J.L., Plaza-Bolaños, P., Agüera, A., Sánchez Pérez, J.A. (2022). Appl. Catal. B: Environ. 319, 121908. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2022.121908>.

P143. FentonSims® v.2: Integración de distintas fuentes de radiación para el estudio fenomenológico del proceso foto-Fenton

J.L. García Sánchez¹, E. Gualda-Alonso¹, P. Soriano-Molina¹, M. G. Pinna-Hernández¹, J.L. Guzman², J.A. Sánchez Pérez¹

¹Universidad de Almería, Dpto. Ingeniería Química, BIO-263, Almería

²Universidad de Almería, Dpto. Informática, TEP-197, Almería

E-mail del autor para la correspondencia: jlgsanchez@ual.es

Resumen

En este trabajo se presenta una nueva versión de FentonSims®[1], la herramienta de simulación que facilita la comprensión y análisis del proceso foto-Fenton aplicado a la eliminación de microcontaminantes en efluentes secundarios de EDAR. El software ofrece una interfaz gráfica sencilla e interactiva (Figura 1), que permite simular un amplio abanico de escenarios de operación, variando los principales parámetros que afectan al proceso: las condiciones operacionales (tiempo de residencia hidráulico, profundidad de líquido y concentración de reactivos), el modo de operación (batch o continuo), pH (ácido o neutro) o niveles de contaminación del agua a tratar. En esta versión, los usuarios pueden elegir la fuente de radiación que desean emplear, ya sea radiación solar o artificial mediante LED UV (280, 365 o 385 nm). Esta mejora, posiciona a FentonSims v.2 como una herramienta computacional versátil que puede ser utilizada para diseñar y optimizar el tratamiento con el fin de mejorar su competitividad.

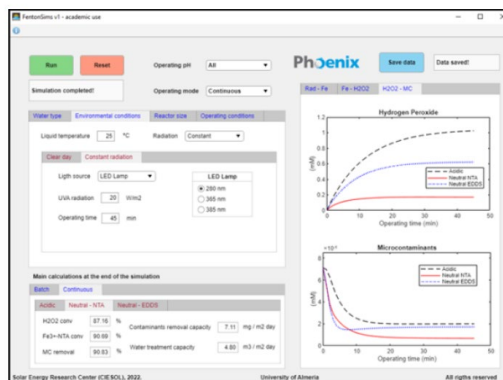


Figura 1. Interfaz gráfica de FentonSims®

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos LIFE PHOENIX (LIFE19/ENV/ES/000278) y ANDROMEDA (PID2022-140875OB-C31).

Referencias

[1] Gualda-Alonso, E., Rodríguez-García, D., Soriano-Molina P., Guzmán J.L., García Sánchez, J.L., Casas López, J.L., Sánchez Pérez, J.A. (2023). Chemical Engineering Journal. 468, 143791. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2023.143791>.

P144. Regeneración de aguas residuales urbanas mediante la integración de tecnologías solares basadas en microalgas y foto-Fenton

N. López-Serrano¹, E. Gualda-Alonso¹, S. Belachqer-El Attar¹, M. G. Pinna-Hernández¹, J.A. Sánchez Pérez¹, J.L. Casas López¹

¹Universidad de Almería, Dpto. Ingeniería Química, BIO-263, CIESOL, Almería E-mail del autor para la correspondencia: nls333@ual.es

Resumen

El presente trabajo se enfoca en el desarrollo de un proceso innovador de tratamiento de aguas residuales para producir biomasa de microalgas y agua apta para su reutilización en riego agrícola mediante tecnologías solares. Para alcanzar dicho propósito, se propone la combinación del tratamiento secundario basado en microalgas y el tratamiento de regeneración mediante foto-Fenton solar, en reactores tipo raceway operados en modo continuo. Con este fin, se optimizaron las condiciones operativas del tratamiento secundario con microalgas para obtener un efluente con las mejores características para ser tratado posteriormente mediante foto-Fenton solar, lo cual implica minimizar la concentración de amonio, fosfato y carbonato en el agua. Además, se determinaron las mejores condiciones de operación del proceso foto-Fenton solar para maximizar la capacidad de tratamiento, minimizando el consumo de reactivos. Para ello se evaluó el efecto del tiempo de residencia hidráulico y la profundidad de líquido en la eliminación de diferentes indicadores de calidad del agua, tales como *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* y microcontaminantes, garantizando el cumplimiento del nuevo reglamento europeo sobre requisitos mínimos para la reutilización del agua (UE 2020/741) [1].

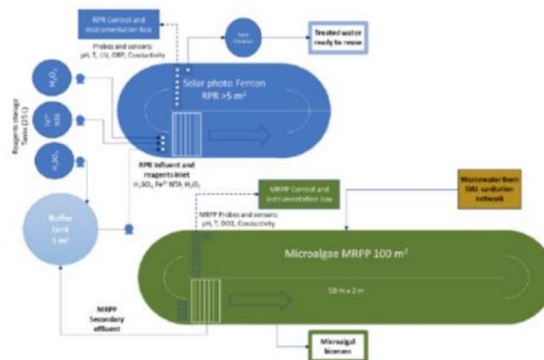


Figura 1. Diagrama de flujo de la integración de las tecnologías solares.

Agradecimientos

Proyectos INTEGRASOL (TED2021-130458B-I00) y LIFE PHOENIX (No. LIFE19ENV/ES/000278). S. Belachqer-El Attar agradece al PPIT-UAL.

Referencias

[1] UE 2020/741 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de mayo de 2020, sobre requisitos mínimos para la reutilización del agua (L 177/32).

P145. Regeneración de aguas residuales mediante procesos de oxidación avanzada basados en el uso de radiación UV-LED

M.G. Pinna-Hernández¹, A.G. Trovó^{1,2}, J.L. Casas López¹, P. Soriano-Molina¹, S. Belachger-El Attar¹, J.A. Sánchez Pérez¹

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

² Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Química, 38400-902, Uberlândia, MG, Brazil

Autor de la correspondencia: gpinnahernandez@ual.es

Resumen

El uso de la radiación UV-LED está en auge debido a su versatilidad, suministro continuado, bajo consumo energético y homogeneidad. La longitud de onda de la radiación UV-LED aplicada condiciona los procesos de regeneración de aguas. Así, la regeneración de aguas residuales mediante el proceso foto-Fenton utilizando UVC-LED (278 nm, 2 W m⁻²) fue evaluada (Miralles-Cuevas et al., 2021) y alcanzó una inactivación de *Escherichia coli* (*E.coli*) por debajo del límite de detección (1 UFC 100 mL⁻¹) aunque con una baja eliminación de microcontaminantes debido a la baja absorptividad del H₂O₂ a 278 nm. Por otro lado, con UVC-LED (276 nm, 8 W m⁻²) en modo continuo, y un tiempo de residencia hidráulico (TRH) de 30 min se obtuvo una reducción de *E.coli* ≤ 100 UFC 100 mL⁻¹ y el 18 % de degradación del contaminante modelo acetamiprid (ACTM). Acoplando una segunda etapa secuencial en continuo con UVA-LED (376 nm, 180 W m⁻² y un TRH de 60 min), la degradación de los contaminantes reales aumento al 58 % (Trovó et al., 2024). Con un sistema UVC-LED- de menor longitud de onda (254 nm, 20 W m⁻², 60 mg. L⁻¹ de H₂O₂ y un TRH de 5 min) se redujo la concentración de *E.coli* a 1 UFC 100 mL⁻¹, cumpliendo con el reglamento Europeo 2020/741 (Clase A), y combinando secuencialmente con el proceso Fenton (100 mg Fe L⁻¹) se mejoró el porcentaje de degradación del ACTM ≥ 80%. El escalado del proceso secuencial, UVC-H₂O₂ (265 nm) seguido de foto-Fenton con LED-UVB (295-310 nm) permite maximizar la desinfección y descontaminación de aguas residuales.

Agradecimientos

Proyecto LIFE PHOENIX (LIFE19 ENV/ES/000278) y proyecto ANDROMEDA (PID2022-140875OB-C31), financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades y la Agencia Estatal de Investigación.

Referencias

- (Miralles-Cuevas et col), 2021. Simultaneous Disinfection and Organic Microcontaminant Removal by UVC-LED-Driven Advanced Oxidation Processes. *Water* 13, 1507. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/w13111507>
- (Trovó, A.G. et col) 2024. Enhancing disinfection and microcontaminant removal by coupling LED driven UVC and UVA/photo-Fenton processes in continuous flow reactors. *Sci. Total Environ.* 918, 170655. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170655>

P146. Estrategias innovadoras para la reutilización del agua en la industria agroalimentaria

L. Paredes¹, E. Vega¹, M. Martínez-Quintela, L. Llenas¹, S. Ponsá¹

¹ *Centro Tecnológico BETA, Universitat de Vic- Universitat Central de Catalunya. Vic*
E-mail del autor para la correspondencia: sergio.ponsa@uvic.cat

Resumen

La industria agroalimentaria es el principal pilar de la economía catalana con un volumen de negocio de 43.088 M€ al año (19% del PIB de Cataluña). La industria cárnica ocupa la primera posición ya que representa el 35% del volumen de negocio del sector agroalimentario catalán. Sin embargo, esta industria también destaca por su elevada huella hídrica, ya que el agua es clave para garantizar la seguridad e higiene. El consumo de agua en mataderos porcinos se estima entre 250-500 L/cabeza, mientras que en las granjas el consumo medio de agua está en torno a 90 L por animal y día.

La gestión eficiente de los recursos hídricos es un gran reto en la actualidad, ya que los episodios de sequía están afectando gravemente a la región mediterránea. El Plan Especial de Sequía (PES) aprobado por la Generalitat de Cataluña establece restricciones en el consumo de agua de hasta un 25% para usos industriales y un 50% para usos ganaderos en estado de emergencia. En este sentido, la reutilización del agua se considera una solución prometedora para implementar en las industrias con el fin de reducir el consumo global de agua dulce y cumplir con los requerimientos establecidos en el PES sin comprometer la actividad económica del sector agroalimentario.

La implementación de sistemas de tratamiento innovador en industrias alimentarias (AccelWater-H2020) y granjas (Ciclo del agua-Grupo Operativo) permite recuperar agua de alta calidad a partir de recursos no convencionales (aguas residuales industriales y purines, respectivamente) con potencial de ser reutilizada en las propias instalaciones de acuerdo con la normativa vigente. Sin embargo, a día de hoy, todavía existen algunas barreras legales que deben ser derrocadas con el fin de promover la reutilización con garantías de seguridad del agua recuperada a partir de recursos no convencionales en aquellos usos que no requieren de la calidad de agua potable, reduciendo de esta manera la dependencia de agua dulce de la industria agroalimentaria.

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación recibida del Programa de Investigación e Innovación H2020 de la Unión Europea a través del proyecto AccelWater (Grant Agreement No. 958266) y del Programa de Desarrollo Rural de Cataluña 2014-2022 a través del Grupo Operativo Estudio del ciclo del agua en explotaciones ganaderas (Operación 16.01.01, Cooperación para la Innovación).

P147. Circularidad del Agua Industrial: reutilización, recuperación de recursos y eficiencia energética para procesos de la UE más verdes y digitalizados (Proyecto de la UE RESURGENCE)

X.F. Yang¹, A. Maimone¹, C. Martínez García¹

¹ *FUNDACIÓN Centro Tecnológico de Investigación, 15180, Culleredo, A Coruña, España*

(E-mail: xyang@cetim.es)

Resumen

RESURGENCE, un proyecto de cuatro años financiado por Horizon Europe, impulsa la transformación de las industrias procesadoras de la UE en Instalaciones de Recuperación de Recursos de Aguas Residuales, alineándose con tres objetivos clave de la UE para 2050: neutralidad climática, circularidad y competitividad. El proyecto pretende lograr esto con tratamientos modulares, tecnologías digitales y eficiencia energética para maximizar la recuperación y eficiencia del agua y la energía, mejorando la valorización de las Aguas Residuales Industriales (ARI). Con una estrategia transversal, RESURGENCE incorpora herramientas digitales avanzadas, como modelos de eficiencia en agua y energía, sensores innovadores, optimización, inteligencia artificial y Gemelos Digitales, para proporcionar predicciones rápidas en una herramienta de soporte de decisiones. La integración de estas soluciones busca la máxima valorización de ARI, recuperando agua, energía y diversas materias primas. Para garantizar viabilidad y aplicación generalizada, las tecnologías de RESURGENCE son intersectoriales, modulares e integrables con sistemas existentes. Esto permite que las plantas actuales incorporen innovaciones y avancen hacia Vertido Cero Líquido y sólido, prometiendo beneficios ambientales, sociales y económicos mientras se mantiene la competitividad. La metodología de RESURGENCE se probará en laboratorio y escala piloto, enfocándose en sectores intensivos en agua y energía: Pulpa y Papel, Químico y Acero. Un estudio de simbiosis urbano-industrial explorará la valorización de aguas residuales urbanas. Simultáneamente, Semillas para la Circularidad (S4C) promoverá la simbiosis industrial, involucrando ecosistemas regionales y locales, catalizados por Paneles específicos (S4CP), acelerando hacia la implementación de Centros para la Circularidad (H4C). Estas estrategias implican integrar fuentes de energía alternativas, mejorar eficiencia energética, gestión circular del agua y valorización de materias primas de ARI. El proyecto mejorará la competitividad mediante modelos circulares sostenibles, promoviendo la simbiosis industrial y desarrollando tecnologías rentables, contribuyendo a una transición sostenible para las industrias procesadoras de la UE.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el proyecto RESURGENCE (acuerdo de subvención 101138097) del programa Horizon 2023 de la Unión Europea. Los autores desean expresar su agradecimiento a los organismos financiadores.

P148. Líneas de Investigación en el Laboratorio de Tecnologías Ambientales Integradas del grupo TEQUIMA (Universidad de Castilla La Mancha)

E. López¹, M. Muñoz¹, F.J. López-Bellido², J. Llanos¹, F.J. Fernández¹, L.Rodríguez¹, J.Villaseñor

¹ *Universidad de Castilla La Mancha, Departamento Ingeniería Química, Ciudad Real.*

² *Universidad de Castilla La Mancha, Departamento de Producción Vegetal y Tecnología Agraria, Ciudad Real.*

E-mail del autor para la correspondencia: jose.villasenor@uclm.es

Resumen

El *Laboratorio de Tecnologías Ambientales Integradas* (o grupo “*Earth*”, acrónimo derivado de sus siglas en inglés, <https://earth.web.uclm.es/>) pertenece a su vez al grupo TEQUIMA (Tecnología Química y Medioambiental) de la Universidad de Castilla La Mancha. El grupo *Earth* trabaja desde el año 2021 en proyectos de investigación centrados en el tratamiento y valorización de aguas residuales, residuos sólidos, lodos y suelos contaminados mediante la combinación de diferentes tecnologías, siendo la combinación de tecnologías biológica y electroquímica la más habitual. En el periodo 2021-2024 ha desarrollado investigación en tratamiento de drenaje ácido de minería mediante sistemas bioelectroquímicos (Proyecto “Bio-electro MineR2 ”) o mediante barreras reactivas permeables (Proyecto “E-BIORE2MIN”). En dichos proyectos además se estudian otras técnicas de descontaminación de residuos sólidos contaminados con metales pesados, como los relaves, fondos de balsas o escombreras de zonas mineras abandonadas. Desde finales de 2022 se estudia el tratamiento de diferentes tipos de aguas residuales que contienen compuestos farmacéuticos o de higiene personal mediante humedales artificiales con especies de plantas de especial interés en el entorno del Parque Nacional de Las Tablas de Daimiel (Proyecto “CENIT”), realizando posteriormente una valorización material de la biomasa vegetal contaminada originada en el proceso de depuración. Desde finales de 2023 se trabaja en un nuevo Proyecto orientado a la biometanización de biomasa vegetal contaminada, y se pretende utilizar el digestato obtenido como materia prima para la generación de materiales electrónicos con diferentes aplicaciones en tratamiento de aguas residuales (Proyecto “INSPIRE”). En todos los casos, se presta especial atención a la sostenibilidad de las tecnologías estudiadas y al aprovechamiento o recuperación de materiales a partir de las mismas.

Agradecimientos

Se agradece la ayuda económica del Ministerio de Ciencia e Innovación (Proyectos PID2019-107282RB-I00, TED2021-131810A-I00 y PID2022-141265OB-I00), y de la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha (Proyecto SBPLY/19/180501/000254).

P149. Valorización de residuos procedentes de procesos de tratamiento de aguas para la producción de materiales de carbono electrocatalíticos

Á. Ramírez, E. López-Fernández, M. Muñoz-Morales, L. Rodríguez, F. J. Fernández-Morales, J. Llanos

Universidad de Castilla-La Mancha, Departamento de Ingeniería Química, Laboratorio de Tecnologías Integradas de Recuperación Ambiental (EARTH), Ciudad Real

E-mail del autor para la correspondencia: Javier.llanos@uclm.es

Resumen

Los procesos de fitorremediación y de humedales artificiales son tratamientos naturales con un impacto ambiental muy bajo que han demostrado ser efectivos para el tratamiento de un amplio espectro de suelos y aguas contaminadas. Sin embargo, uno de los inconvenientes para el desarrollo e implementación de la tecnología es la generación de una biomasa contaminada final que necesita ser gestionada adecuadamente. En el caso específico del tratamiento de sitios mineros contaminados, un campo en el cual nuestro grupo de investigación tiene experiencia, las plantas hiperacumuladoras pueden acumular hasta 10,000 mg de iones metálicos por kg de materia seca. Un ejemplo similar es el tratamiento de aguas contaminadas con compuestos farmacéuticos y de higiene personal, que son básicamente adsorbidos por la estructura de la planta.

En este contexto, nuestro grupo de investigación está trabajando en la conversión de estos residuos dentro del marco de la economía circular. Para este propósito, se lleva a cabo un proceso de Carbonización Hidrotermal (HTC) de la biomasa contaminada y posterior activación (por pirólisis o activación química), para mejorar las características de los materiales según su aplicabilidad futura. Siguiendo este procedimiento, hemos demostrado cómo estos materiales han obtenido grandes resultados en diferentes aplicaciones electroquímicas, como la generación electroquímica de peróxido de hidrógeno por reducción de oxígeno, obteniendo para este caso un rendimiento superior al del negro de carbono (*carbon black*) comercial, típicamente utilizado para estas aplicaciones.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero de los Proyectos TED2021-131810A-I00 y PID2022-141265OB-I00 financiados por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea "NextGenerationEU"/PRTR and FEDER "Una manera de hacer Europa", respectivamente.

P150. Grupo de Ingeniería de Procesos de Oxidación Avanzada (EPOA) Universitat de Barcelona (UB)

**P. Marco¹, B. Bayarri¹, A. Cruz¹, J. Nieto-Sandoval¹, N. López¹, P. Llopart¹,
J. Giménez¹, C. Sans¹**

¹ *Universitat de Barcelona. Dpto. Ingeniería Química y Química Analítica. Grupo de Investigación: Ingeniería de Procesos de Oxidación Avanzada
Corresponding Autor: pmarco@ub.edu*

Resumen

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, numerosas comunicaciones en congresos, 21 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 y TED2021-131569B-I00, también colabora en proyectos con otras universidades y centros de investigación a nivel nacional (RED2022-134413-T) e internacional. Además, ha desarrollado estudios en la aplicación y optimización de los POAS a escala de laboratorio y planta piloto junto con empresas gestoras de agua como Sorigué, Degremont y ACCIONA-Agua. En la actualidad, la investigación del grupo se ha diversificado y ampliado hacia la valorización de residuos orgánicos. El objetivo global es el de regenerar agua con la calidad necesaria y en cantidad suficiente para distintos usos. Dentro de este objetivo global, las cuatro líneas principales son:

- 1. Síntesis y optimización de materiales basados en biochar e hidrochar.*
- 2. Aplicación de estos materiales para la adsorción de contaminantes y recuperación de nutrientes de aguas residuales urbanas.*
- 3. Implementación de estos materiales junto con diferentes POAs para la eliminación de microcontaminantes de las aguas.*
- 4. Nuevas aplicaciones de los procesos de oxidación avanzada para la eliminación de contaminantes orgánicos.*

Agradecimientos

Este trabajo es parte del proyecto de I+D+i PID2020-112674RB-I00, financiado por MCIN/ AEI/10.13039/501100011033/ y del proyecto TED2021-131569B-I00, financiado por MCIN/ AEI/10.13039/501100011033/ y por la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR.

P151. Actividad investigadora de la Unidad de Tratamientos Solares del Agua en la Plataforma Solar de Almería

M.A. Martín, J.A. Siles, M.C. Gutiérrez, I. Bellido, M.L. López, A.F. Chica

Universidad de Córdoba, Departamento de Química Inorgánica e Ingeniería Química, RNM-271 UCOGREENING. Córdoba

mc.gutierrez@uco.es

Resumen

El Grupo de Investigación RNM271 (del catálogo del Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación, PAIDI) denominado UCOGREENING, es heredero del anteriormente denominado INGENIERÍA QUÍMICA. Creado en los años 80 por Antonio Martín, ha cambiado de denominación (enero 2021) y, actualmente, es liderado por M^a Ángeles Martín. Continuadamente, 4 profesores estables (Martín, Siles, Gutiérrez y Chica) y 2 técnicos de laboratorio (Bellido y López), han participado en la formación de investigadores, muchos de ellos doctores hoy en día e incorporados al mercado laboral (docencia, industria e investigación).

Desde el principio fue el objeto de interés del Grupo el tratamiento y la valorización de residuos (aguas contaminadas, urbanas e industriales, y lodos orgánicos, principalmente). Siempre se han mantenido en vigor proyectos del Plan Nacional, autonómicos e incluso alguno de carácter internacional. Por otra parte, en los últimos 20 años, el convencimiento en la importancia de hacer transferencia ha llevado al Grupo a firmar más de 70 Contratos art. 83 (con cambio de denominación a artículo 60), con empresas de nuestro entorno por un montante cercano a 2,0 millones de euros. Últimamente, han intensificado el desarrollo de proyectos en convocatorias de Acciones de Transferencia específicas de la Junta de Andalucía.

Actualmente el Grupo mantiene la línea de investigación en medición y control de olores en la gestión de los residuos municipales (sólidos y líquidos), incluyendo sistemas sensorizados y digitalizados. Ello conduce a poder realizar el seguimiento de problemas cotidianos asociados a la gestión y tratamiento de residuos agroalimentarios y urbanos, pudiendo así realizar propuestas de mejora de dicha gestión. Destacar colaboraciones sinérgicas con otros grupos de investigación de la UCO; FQM175-Química Inorgánica y BIO187-Bioquímica en la valorización de lodos de EDAR, así como, con el grupo FQM303-Química Analítica en acciones innovadoras para el seguimiento de cauces públicos con vehículos sensorizados no tripulados.

Agradecimientos

Los integrantes del Grupo de Investigación UCOGREENING agradecen la ayuda a su investigación obtenida mediante la financiación de los siguientes proyectos vigentes: “Integración del IOT en la optimización de la recogida urbana...”, PID2020-117438RB-I00, MICINN; Control de emisiones odoríferas en plantas de gestión de residuos sólidos...”, TED2021-130668B-I00, MICINN; “New remote IoT sensor platform...”, PCM_00121, Junta de Andalucía; “Prototipo de vehículo flotante no tripulado..” CTA y CDTI (IDI-20230278).

P152. Líneas de investigación del Grupo RNM271-UCO GREENING

M.A. Martín, J.A. Siles, M.C. Gutiérrez, I. Bellido, M.L. López, A.F. Chica

*Universidad de Córdoba, Departamento de Química Inorgánica e Ingeniería Química,
RNM-271 UCO GREENING. Córdoba*

mc.gutierrez@uco.es

Resumen

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 cambiado de denominación (enero 2021) y, actualmente, es liderado por M^a Ángeles Martín. Continuadamente, 4 profesores estables (Martín, Siles, Gutiérrez y Chica) y 2 técnicos de laboratorio (Bellido y López), han participado en la formación de investigadores, muchos de ellos doctores hoy en día e incorporados al mercado laboral (docencia, industria e investigación).

Desde el principio fue el objeto de interés del Grupo el tratamiento y la valorización de residuos (aguas contaminadas, urbanas e industriales, y lodos orgánicos, principalmente). Siempre se han mantenido en vigor proyectos del Plan Nacional, autonómicos e incluso alguno de carácter internacional. Por otra parte, en los últimos 20 años, el convencimiento en la importancia de hacer transferencia ha llevado al Grupo a firmar más de 70 Contratos art. 83 (con cambio de denominación a artículo 60), con empresas de nuestro entorno por un montante cercano a 2,0 millones de euros. Últimamente, han intensificado el desarrollo de proyectos en convocatorias de Acciones de Transferencia específicas de la Junta de Andalucía.

Actualmente el Grupo mantiene la línea de investigación en medición y control de olores en la gestión de los residuos municipales (sólidos y líquidos), incluyendo sistemas sensorizados y digitalizados. Ello conduce a poder realizar el seguimiento de problemas cotidianos asociados a la gestión y tratamiento de residuos agroalimentarios y urbanos, pudiendo así realizar propuestas de mejora de dicha gestión. Destacar colaboraciones sinérgicas con otros grupos de investigación de la UCO; FQM175-Química Inorgánica y BIO187-Bioquímica en la valorización de lodos de EDAR, así como, con el grupo FQM303-Química Analítica en acciones innovadoras para el seguimiento de cauces públicos con vehículos sensorizados no tripulados.

Agradecimientos

Los integrantes del Grupo de Investigación UCO GREENING agradecen la ayuda a su investigación obtenida mediante la financiación de los siguientes proyectos vigentes: “Integración del IOT en la optimización de la recogida urbana...”, PID2020-117438RB-I00, MICINN; Control de emisiones odoríferas en plantas de gestión de residuos sólidos...”, TED2021-130668B-I00, MICINN; “New remote IoT sensor platform...”, PCM_00121, Junta de Andalucía; “Prototipo de vehículo flotante no tripulado..” CTA y CDTI (IDI-20230278).

P153. Evaluación de Tecnologías medioambientales (ETV) como herramienta para impulsar tratamientos innovadores del agua

A. Serra Compte¹, I. Karakatsanidou¹, S. González Blanco¹

¹ *Cetaqua, Centro Tecnológico del Agua, Cornellà de Llobregat*

E-mail del autor para la correspondencia: albert.serra@cetaqua.com

Resumen

El sector del agua enfrenta desafíos relevantes derivados del cambio climático, como es la escasez de agua, aumento de la contaminación, cambio en el régimen de lluvias, entre otros. Este escenario impulsa la necesidad de desarrollar nuevas tecnologías que permitan un tratamiento eficiente del agua tanto para su potabilización, depuración, como impulsando tratamientos de regeneración. A pesar de que se están desarrollando tratamientos innovadores del agua, en algunos casos, su llegada al mercado es en muchos casos difícil, lo que conlleva que su impacto real en el sector sea escaso.

El desarrollo de tratamientos innovadores del agua debe ir acompañado de herramientas que aceleren su comercialización para hacer frente a los desafíos del sector. Bajo este escenario, el proyecto LIFEproETV elaboró unas guías y casos prácticos de aplicación del esquema de verificación de tecnologías medioambientales (ETV), que se basa en la verificación del rendimiento de tecnologías innovadoras por parte de un tercero. El proceso de verificación incluye también aspectos medioambientales y de innovación (Molenda et al. 2018).

Los resultados del proyecto se presentaron en una hoja de ruta para la aplicación de la verificación por parte de terceros en el sector del agua, algunos de los resultados incluyen, i) facilitar la comunicación entre proveedores y compradores de tecnologías innovadoras, alineando las necesidades de los compradores con la información proporcionada por los proveedores, ii) utilizar ETV en programas públicos de incentivación de la innovación iii) enlazar la información proporcionada por ETV para facilitar la determinación de la huella hídrica.

Expandir la utilización de esquemas de verificación como ETV en paralelo al desarrollo de tecnologías innovadoras como tratamientos innovadores de agua, contribuye significativamente a incrementar su llegada a mercado e impactar positivamente en el sector.

Referencias

Molenda, M., Ratman-Klosinska, I. (2018). Quality Assurance in Environmental Technology Verification (ETV): Analysis and Impact on the EU ETV Pilot Programme Performance. *Management Systems in Production Engineering*, 26, 1. DOI: <https://doi.org/10.2478/mspe-2018-0008>

P154. Estudio multivariante de factores que influyen en la distribución espacial y estacional del fitoplancton en pequeños ríos del centro de España

J.C. García-Prieto, J.L. Molina González, S. Zazo del Dedo, F. A. Espejo Almodóvar, C. Patino Alonso, M. García Roig

Universidad de Salamanca, Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Agua, Grupo Investigación Ingeniería y Gestión del Agua (IGA), Salamanca

Resumen

El objetivo de este estudio es analizar el impacto de diferentes estresores asociados al cambio climático en comunidades fitoplanctónicas de pequeños ríos no regulados y con grandes variaciones de caudal del centro de la Península Ibérica (cuencas hidrográficas de los ríos Duero y Tajo). Se pone un énfasis particular en las algas cianofitas o cianobacterias que representan un riesgo para la salud humana (1). En concreto, se ha investigado la influencia de diversos factores en la distribución del fitoplancton, tanto espaciales (variables ambientales, tróficas y sapróbicas) como estacionales (impacto sequía)

Se midieron 22 parámetros fisicoquímicos y ecológicos en 33 puntos aguas arriba y debajo de vertidos de aguas residuales municipales para considerar su influencia en la calidad del agua del río Águeda, Huebra y Alagón. El estudio se realizó desde los años 2014 a 2018 investigando 2 periodos estacionales diferentes (verano e invierno), periodos húmedos (años hidrológicos: 2014-2015 y 2015-2016) y periodos secos (años hidrológicos: 2016-2017 y 2017-2018) declarados de sequía extrema por los Organismos de cuenca. El análisis de algas (*Cyanophyta*, *Cryptophyta*, *Chlorophyta*, *Bacillariophyta* y *Dinophyta*) se realizó con espectrofluorómetro sumergible (bbe FluoroProbe) (2)

Se realizaron diferentes técnicas estadísticas multivariantes, como análisis de componentes principales y análisis de clusters. Las correlaciones observadas parecen corroborar que las especies fitoplanctónicas responden tanto a los cambios ambientales como fisicoquímicos en los ríos estudiados, dependiendo fundamentalmente del periodo estacional y predominando las variables ambientales e hidrológicas (caudal y temperatura) sobre las demás. El análisis multivariante de conglomerados (clústers) y de componentes principales, sugieren que las variables ecológicas dependen más de condiciones hidromorfológicas del río y de condiciones ambientales que de la calidad fisicoquímica del agua. El gráfico Biplot revela la asociación entre cada clase de algas y los parámetros fisicoquímicos medidos. Se destaca especialmente la presencia de cianofitas durante los periodos de sequía.

Referencias

- (5) Quiblier C., et al. (2013) *Water Research*, 47, 15, <https://doi.org/10.1016/j.watres.2013.06.042>.
- (6) Catherine, A. et al. (2012), *Water Research*, 46, 17., <https://doi.org/10.1016/j.watres.2011.12.056>

P155. Factores que Afectan la Percepción Organoléptica del Agua de Consumo en el Área Metropolitana de Barcelona

A. Serra Compte¹, I. Karakatsanidou¹, S. González Blanco¹, A. Hernandez Valencia², I. Pérez Rodríguez², P. Emiliano Estapé³, F. Valero Cervera³

¹ *Cetaqua, Centro Tecnológico del Agua, Cornellà de Llobregat*

² *Aigües de Barcelona, Empresa Metropolitana de Gestió del Cicle Integral de l'Aigua*

³ *Ens d'Abastament d'Aigües Ter Llobregat E-mail del autor para la correspondencia: ioanna.karakatsanidou@cetaqua.com*

Resumen

La percepción organoléptica del agua de red es un factor clave para fomentar su consumo por parte de los usuarios (Villanueva et al., 2021). Entender los factores que más influyen en la percepción organoléptica del agua de consumo es relevante para diseñar estrategias de potabilización y distribución que aumenten su aceptación e incrementen su consumo.

El estudio que se presentará, se realizó en el área metropolitana de Barcelona con el objetivo de evaluar los factores que afectan la percepción organoléptica del agua de consumo. Se recogieron muestras de salida de las principales plantas potabilizadoras que recogen agua de diferentes orígenes como el río Ter, río Llobregat o el Mar Mediterráneo y cuentan con tratamientos avanzados de potabilización incluyendo ósmosis inversa (OI) o electrodiálisis reversa (EDR). La percepción organoléptica del agua se determinó a través de la evaluación de 15 muestras de agua por parte de 133 catadores no entrenados. Además, se caracterizaron diferentes parámetros fisicoquímicos del agua.

Los resultados obtenidos mostraron que el origen mejor valorado fue el río Ter, seguido del río Llobregat (río altamente impactado), mientras que la peor valorada fue el agua desalinizada. Los parámetros que influyeron más negativamente la percepción organoléptica fueron el sodio y los cloruros. Los tratamientos avanzados como OI y EDR ayudaron a reducir la concentración de estos iones mejorando la percepción organoléptica final. Estos resultados del estudio contribuyen a seleccionar tratamientos de potabilización y plantear operaciones de red (como mezclas de agua) que favorezcan la mejor percepción por parte de los usuarios.

Referencias

Villanueva, C. M., Garfi, M., Milà, C., Olmos, S., Ferrer, I., & Tonne, C. (2021). Health and environmental impacts of drinking water choices in Barcelona, Spain: A modelling study. *Science of The Total Environment*, 795, 148884, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148884>

P156. Líneas de investigación del grupo TRATAGUAS de la UEx

A. Rey¹, M.A. Jiménez¹, A.M. Udaondo², A.M. Chávez¹, E. Rodríguez¹, V. Montes², E.M. Rodríguez¹, O. Gimeno¹, J.F. García-Araya¹, F.J. Rivas¹, F.J. Beltrán¹, P.M. Álvarez¹

¹ *Universidad de Extremadura, Dpto. Ingeniería Química y Química Física, Grupo de Investigación TRATAGUAS. Badajoz*

² *Universidad de Extremadura, Dpto. Química Orgánica e Inorgánica, Grupo de Investigación TRATAGUAS. Badajoz*

E-mail del autor para la correspondencia: anarey@unex.es

Resumen

El grupo Tratamiento de Aguas (TRATAGUAS) de la Universidad de Extremadura desarrolla diferentes líneas de investigación centradas en el tratamiento de aguas superficiales y residuales, empleando principalmente procesos avanzados de oxidación o su combinación con otras tecnologías (e.g. tratamientos biológicos o membranas).

El grupo cuenta con una dilatada experiencia en tratamientos avanzados basados en el empleo de ozono. En los últimos años el interés se ha centrado en procesos fotocatalíticos, concretamente en el estudio de: (1) procesos de detoxificación solar aplicados al tratamiento de aguas residuales y superficiales de diferente naturaleza o a la eliminación de contaminantes específicos (e.g., pesticidas, productos farmacéuticos, subproductos de desinfección, etc.); (2) uso de fuentes de radiación de bajo consumo (e.g. LEDs) en procesos fotocatalíticos; (3) sinergias entre fotocatalisis y otros procesos de oxidación (e.g., ozonación fotocatalítica); (4) eficacia y estabilidad de fotocatalizadores heterogéneos de diferente naturaleza (e.g., nanoestructuras, magnéticos, MOFs, g-C₃N₄, membranas, etc.); (5) integración de procesos fotocatalíticos y enzimáticos; (6) procesos fotocatalíticos con reducción de CO₂; (7) valorización de residuos con aplicaciones en tratamiento de aguas.

Estas líneas de investigación están actualmente financiadas por 5 proyectos vigentes, un proyecto nacional (PID2019-104429RB-I00), un proyecto regional (IB20042), 2 proyectos del plan propio de la UEx (ACCIÓN VI-22, 2023/00154/001 y ACCIÓN VI-30, 2023/00163/001) y un contrato regional (PIT-Plus 448/23).

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado a través de los proyectos PID2019-104429RB-I00/AEI/10.13039/501100011033 de la Agencia Estatal de Investigación (AEI) de España y el proyecto 2023/00163/001 de la Universidad de Extremadura.

P157. Líneas de investigación del Grupo de Ingeniería y Microbiología del Medio Ambiente (GEMMA-UPC)

I. Ferrer, J. Puigagut, M. Garfí, E. Uggetti, E. Rueda, F. Passos, E. Morais, E. Gonzalez-Flo, A. Ortiz, J. García

*Dpto. de Ingeniería Civil y Ambiental. Universitat Politècnica de Catalunya. Calle Jordi Girona, 1-3, módulo D1-106c, 08034 – Barcelona. Barcelona.
E-mail del autor para la correspondencia: fabiana.passos@upc.edu*

Resumen

El Grupo de Ingeniería y Microbiología del Medio Ambiente (GEMMA) de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) se enfoca en los aspectos técnicos de la ingeniería ambiental. Participamos activamente en proyectos de investigación a nivel nacional e internacional, así como en iniciativas de innovación y transferencia de conocimiento. Actualmente, nuestras líneas de investigación abarcan: **1. Desarrollo de soluciones basadas en la naturaleza para el tratamiento de aguas residuales y la recuperación de recursos**, incluyendo microalgas en lagunas de alta carga y fotobiorreactores cerrados y humedales construidos. **2. Biomasa para obtención de bioproductos y bioenergía**. Producción de biofertilizantes, bioestimulantes, bioplásticos, proteínas, pigmentos y biogás son algunos de los enfoques de aplicación de la biomasa microalgal y los residuos agroalimentarios. **3. Implementación de digestores de bajo coste para la producción de biogás**, proporcionando un combustible limpio y biofertilizante a comunidades rurales en países en desarrollo. **4. Sensores de actividad microbiana basados en la bio-electricidad**, buscando herramientas que permitan mejorar el diseño y operación de sistemas biológicos de tratamiento de aguas residuales. **5. Análisis del ciclo de vida ambiental y social y evaluación económica** de productos, tecnologías y procesos, permitiendo la comparación de los impactos generados por diferentes tecnologías, como el tratamiento de aguas o la producción de biogás. **6. Modelización de bioprocesos**, con el objetivo de aumentar el conocimiento sobre los procesos de eliminación de contaminantes en el tratamiento de aguas residuales mediante el uso de modelos matemáticos.

P158. Líneas de Investigación del Grupo “Aprovechamiento de Subproductos y Tratamiento de Residuos” del Instituto de la Grasa (CSIC) de Sevilla

R. Borja, F. Raposo, D. de La Lama-Calvente, M. J. Fernández-Rodríguez

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Instituto de la Grasa, Grupo de Investigación: Aprovechamiento de Subproductos y Tratamiento de Residuos. Sevilla

E-mail del autor para la correspondencia: rborja@ig.csic.es

Resumen

El grupo de investigación "Aprovechamiento de Subproductos y Tratamiento de Residuos" desarrolla desde el año 1986 distintas líneas de investigación relacionadas con el aprovechamiento y tratamiento de aguas residuales y subproductos sólidos procedentes de industrias agroalimentarias. Se estudian y optimizan procesos de digestión anaerobia o biometanización de aguas residuales procedentes de este tipo de industrias (alpechines, aguas de lavado del proceso de elaboración de aceite de oliva en dos fases, vinazas, melazas, lácteas, cárnicas, queseras, purines de cerdo y vacuno, etc.) utilizando reactores de alta velocidad, desarrollando distintas líneas de investigación relacionadas con la cinética, control, estabilidad y fundamentos bioquímicos de este tipo de procesos. También se investiga el aprovechamiento de algunos subproductos sólidos agroalimentarios (harina de girasol desengrasada, alperujos, extrusionados de fresa, etc.) mediante procesos de digestión anaerobia. Este grupo de investigación tiene como objetivos específicos:

- Estudio y optimización de procesos de digestión anaerobia en distintos intervalos de temperatura (psicrófilo, mesófilo y termófilo) para el tratamiento y depuración de distintas aguas residuales procedentes de industrias agroalimentarias mediante reactores tanto con biomasa suspendida (reactores de lecho expandido de gránulos o UASB), como con biomasa inmovilizada (lecho fijo, fluidizado) y reactores híbridos.
- Tratamiento integral de residuos sólidos procedentes de industrias agroalimentarias (harinas de girasol, alperujos, etc.) mediante la combinación de distintos pretratamientos (mecánicos, térmicos, químicos, termoquímicos, ultrasonidos y microondas) y procesos de digestión anaerobia.
- Digestión anaerobia de microalgas y macroalgas (*Rugulopteryx okamurae*) para la obtención de biogás, así como utilización de las mismas como co-sustrato en procesos de digestión anaerobia de algunos residuos deficitarios en nitrógeno, con objeto de incrementar la producción de metano con respecto a los sustratos tratados de forma individual, y mejorar la biodegradabilidad, eficiencia y rapidez de los procesos anaerobios.
- También se estudia la viabilidad del digestato anaerobio como biofertilizante en especies forrajeras destinadas a la alimentación de ganado.
- Evaluación quimiométrica de los métodos analíticos aplicados comúnmente en los procesos de digestión anaerobia (BMP, DQO, acidez volátil, etc.).
- Organización y realización de estudios interlaboratorio para la estandarización de algunos parámetros de control utilizados comúnmente en procesos de digestión anaerobia (DQO, acidez volátil, etc.).

Agradecimientos

Los autores desean agradecer al Ministerio de Ciencia e Innovación la financiación del último proyecto del Plan Estatal de referencia PID2020-114975RB-100/AEI/10.13039/501100011033.

P159. El grupo TyRA de la ULL en la evolución del Sistema de Reutilización del Agua Regenerada de Tenerife

L. Rodríguez-Gómez, M.C. Marrero-Hernández, E. González, I. Ruigómez, O. Díaz, M. Álvarez, J. Rodríguez-Sevilla, L. Vera

*Universidad de La Laguna, Departamento de Ingeniería Química y Tecnología Farmacéutica, Grupo TyRA- “Tratamiento y Reutilización de Aguas. La Laguna
E-mail del autor para la correspondencia: luerguez@ull.edu.es*

Resumen

El sistema de reutilización de agua regenerada de Tenerife comenzó su andadura en 1993, transportando las aguas depuradas de la capital Santa Cruz, hasta el sur de la isla, donde había una mayor demanda de agua para riego, y también una mayor escasez. El sistema de reutilización se ha ido ampliando con el tiempo, abarcando en la actualidad toda la vertiente sur (este y oeste) de la isla, aportando agua regenerada al sistema desde las principales depuradoras de Tenerife. El grupo de investigación en Tratamiento y Reutilización de Aguas (TyRA) de la Universidad de La Laguna surgió al mismo tiempo que el sistema de reutilización, en 1993, habiéndose cumplido ya 30 años desde su nacimiento. Desde entonces, el crecimiento del grupo de investigación ha ido paralelo a las necesidades, desafíos y oportunidades de la reutilización del agua regenerada en Tenerife. Así, a principios de los años 90 se realizaron los primeros estudios sobre las infraestructuras del sistema de reutilización (conducción de transporte y balsas de almacenamiento), pasando posteriormente a realizar estudios de desinfección, de inyección de oxígeno para mejorar la calidad del agua durante su transporte, así como de filtración con membranas. Todos estos estudios fueron realizados en instalaciones a escala piloto y real, asociadas al sistema de reutilización de agua de Tenerife, y a través de proyectos de investigación financiados en concurrencia competitiva. En los últimos años, la actividad del grupo de investigación TyRA se ha centrado principalmente en la aplicación de biorreactores de membrana y ultrafiltración de membrana en diferentes tipos y configuraciones de biorreactores de membrana: biorreactor aerobio y anaerobio, combinación de ambos y fotobiorreactor de membrana, entre otros. Las nuevas estaciones de tratamiento a construir en la isla incorporan tecnología MBR testada por el grupo TyRA.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer la financiación y el apoyo en los trabajos de I+D+i desarrollados, a BALTEN y al Consejo Insular de Aguas de Tenerife.

P160. Biodegradación de bioplásticos mediante digestión anaeróbica en condiciones mesofílicas y termofílicas

M. Olaya-Rincon^{1,2}, J. Serra², J. Dosta¹, M. Martinez², S. Astals¹

¹ *Universitat de Barcelona, Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Grupo de Biotecnología Ambiental. Barcelona*

² *Universitat de Barcelona, Departamento Ciencia de Materiales y Química Física, Centro de Diseño y Optimización de Procesos y Materiales. Barcelona*
E-mail del autor para la correspondencia: molaya@ub.edu

Resumen

El uso creciente de bioplásticos biodegradables y su gestión dentro de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (FORSU) son aspectos emergentes en la gestión de residuos urbanos. El ácido poliláctico (PLA) es el bioplástico más común, utilizado en envases alimentarios desechables y otras aplicaciones. Los polihidroxialcanoatos (PHA) también tienen un gran potencial en una variedad de usos, desde productos desechables hasta aplicaciones de alto valor en la industria médica y farmacéutica. La digestión anaeróbica (DA) está ganando popularidad para valorizar la FORSU, produciendo biogás como fuente de energía renovable. La preferencia de la DA sobre el compostaje se debe al mayor valor y a la mayor gama de aplicaciones del biogás en comparación con el compost y las menores emisiones de CO₂. La colaboración entre los dos grupos de investigación de la Universidad de Barcelona tiene como objetivo evaluar el efecto de la biodegradabilidad anaeróbica del PLA y PHA a diferentes temperaturas (psicrofílica 20 °C, mesofílica 35 °C y termofílica 55 °C) y tamaño de partículas (o grosor) de partícula. Después de 450 días de experimentación, se observó una completa degradación del PLA en todas las muestras a 55 °C, siendo más rápida en partículas más pequeñas (125-750 µm). Sin embargo, a 35 °C, ninguna muestra alcanzó la máxima producción de metano en 450 días. Por otro lado, las placas de PHA se degradan más rápidamente con grosores más pequeños en condiciones mesofílicas que en termofílicas. En condiciones mesofílica se obtuvo una degradación total después de 80 días. Esta línea de investigación muestra que la degradación anaeróbica es viable para producir metano en condiciones termofílicas para el PLA y en condiciones mesofílicas para el PHA, y su tasa de conversión depende notablemente del tamaño de partícula. La digestión anaeróbica del PLA y el PHA ofrece una alternativa sostenible para tratar estos bioplásticos al final de su vida útil, en línea con los principios de la economía circular.

Agradecimiento

Proyecto PID2022-142023OB-I00 financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (España). Beca predoctoral 2023_FI-1 00121 (M. Olaya) financiada por la Generalitat de Cataluña.

P161. Investigación experimental asistida por modelos matemáticos en la recuperación de recursos por fermentación anaerobia

M. Mauricio-Iglesias, S. Balboa, A. Regueira, A. Hospido, J. M. Lema, M. Carballa

*CRETUS, Departamento de Ingeniería Química, Univ. de Santiago de Compostela;
E-mail del autor para la correspondencia: miguel.mauricio@usc.es*

Resumen

Las transformaciones anaerobias pueden ser la clave para el desarrollo de bioprocesos sostenibles que permitan la recuperación de recursos en forma de carbono orgánico presente en las aguas residuales y residuos orgánicos. Entre ellas, la digestión anaerobia es una tecnología madura que permite la recuperación de biogás y por tanto representa la opción prioritaria para el tratamiento de aguas de alta carga, lodos y residuos con alta humedad. La fermentación anaerobia, entendida como aquella en cuyo diseño se trata de evitar la metanización, es una tecnología en desarrollo con el potencial de convertir el carbono orgánico en diferentes productos: ácidos grasos volátiles (AGV), ácidos carboxílicos de cadena media, etanol, hidrógeno o ácido láctico y a partir de estos, biopolímeros, proteínas, disolventes, etc.

Es precisamente la flexibilidad de la fermentación anaerobia que constituye el principal reto en su desarrollo. Múltiples parámetros de operación tienen un alto impacto en los productos de fermentación: la composición y concentración de la alimentación, el pH, los tiempos de residencia hidráulicos y de sólidos, el modo de alimentación, el tipo de reactor... Excepto en sustratos sintéticos bien definidos, en general es difícil predecir los productos de fermentación para un tipo de agua o residuo. Para abordar la complejidad de la fermentación anaerobia, se ha asistido el trabajo de investigación experimental con modelos matemáticos a nivel metabólico integrando dos líneas de investigación en el grupo de Biotecnología Ambiental de la USC: i) 3.3.2 Producción dirigida de ácidos grasos volátiles (biogroup.usc.es/programme32); y 3.4.1 Modelado matemático para el desarrollo de bioprocesos (biogroup.usc.es/mathematical_modelling).

El uso de modelos matemáticos permite reducir el espacio de posibles parámetros de operación, diseñar experimentos y proporciona comprensión sobre los mecanismos de transformación. Igualmente, los resultados experimentales validan (o refutan) las predicciones de los modelos y sus hipótesis. Este trabajo complementa con la evaluación de aspectos ambientales y analizando las comunidades microbianas de las fermentaciones, realizando una aproximación integral al desarrollo de nuevos procesos.