**ÍNDICE**

[1. INTRODUCCIÓN 15](#_Toc499651001)

[1.1. Aguas residuales industriales 17](#_Toc499651002)

[1.1.1. Aguas residuales de la industria alimentaria 19](#_Toc499651003)

[1.2. Generalidades sobre la industria del corcho y sus aguas residuales. 23](#_Toc499651004)

[1.2.1. Propiedades del corcho 23](#_Toc499651005)

[1.2.2. La industria del corcho 24](#_Toc499651006)

[1.3. Tratamiento de aguas residuales industriales: Procesos de oxidación avanzada 29](#_Toc499651007)

[1.3.1. Fotólisis con radiación UV 31](#_Toc499651008)

[1.3.2. Ozonización 32](#_Toc499651009)

[1.3.3. Ozono combinado con radiación 35](#_Toc499651010)

[1.3.4. Fenton 35](#_Toc499651011)

[1.3.5. Foto-Fenton 37](#_Toc499651012)

[1.3.6. Proceso foto-Fenton en condiciones cercanas a la neutralidad 38](#_Toc499651013)

[1.4. Sustancias tipo húmicas (STH) 45](#_Toc499651014)

[1.4.1. Propiedades de las sustancias húmicas 45](#_Toc499651015)

[1.4.2. Aislamiento de sustancias tipo húmicas 47](#_Toc499651016)

[1.4.3. Caracterización de sustancias tipo húmicas 49](#_Toc499651017)

[1.4.4. Aplicaciones de las Sustancias húmicas 50](#_Toc499651018)

[1.4.5. Sustancias tipo-húmicas aisladas a partir de residuos sólidos urbanos para aplicación de proceso foto-Fenton en condiciones cercanas a la neutralidad 52](#_Toc499651019)

[1.5. La industria olivarera y los residuos generados 55](#_Toc499651020)

[1.5.1. Proceso productivo del aceite de oliva 55](#_Toc499651021)

[2. OBJETIVOS 59](#_Toc499651022)

[3. MATERIAL Y MÉTODOS 63](#_Toc499651023)

[3.1. Contaminantes y reactivos 65](#_Toc499651024)

[3.1.1. Contaminantes 65](#_Toc499651025)

[3.1.2. Reactivos 66](#_Toc499651026)

[3.2. Reactores y fuentes de irradiación 68](#_Toc499651027)

[3.2.1. Simulador solar 68](#_Toc499651028)

[3.2.2. Fotorreactor solar CPC 68](#_Toc499651029)

[3.2.3. Reactor ozono 70](#_Toc499651030)

[3.3. Condiciones de ensayo 72](#_Toc499651031)

[3.3.1. Ensayos en simulador solar 72](#_Toc499651032)

[3.3.2. Ensayos en planta piloto 72](#_Toc499651033)

[3.3.3. Ensayos con ozono 73](#_Toc499651034)

[3.3.4. Aplicación de sustancia tipo húmicas en proceso foto-Fenton 74](#_Toc499651035)

[3.3.5. Proceso de extracción de Sustancias Tipo Húmicas (STH) 74](#_Toc499651036)

[3.4. Técnicas analíticas y equipos 78](#_Toc499651037)

[3.4.1. Medida del Carbono Orgánico disuelto (COD) 78](#_Toc499651038)

[3.4.2. Cromatografía liquida de ultra-alta resolución (UHPLC) 79](#_Toc499651039)

[3.4.3. Medida de la fluorescencia 80](#_Toc499651040)

[3.4.4. Medida del espectro UV-Visible 81](#_Toc499651041)

[3.4.5. Medida del hierro en disolución 81](#_Toc499651042)

[3.4.6. Medida del peróxido de hidrógeno 82](#_Toc499651043)

[3.4.7. pH-metro- conductímetro 82](#_Toc499651044)

[3.4.8. Cromatografía de exclusión por tamaños 83](#_Toc499651045)

[3.4.9. Cálculo porcentaje de humedad, sólidos volátiles y sólidos totales 85](#_Toc499651046)

[3.4.10. Resonancia Paramagnética electrónica (EPR) 85](#_Toc499651047)

[3.4.11. Termogravimetría (TGA) 86](#_Toc499651048)

[3.4.12. Dispersión de luz dinámica (DLS) 87](#_Toc499651049)

[3.5. Ensayos de toxicidad 88](#_Toc499651050)

[3.5.1. Bioensayos con el alga Pseudokirchneriella Subcapitata 88](#_Toc499651051)

[3.5.2. Bioensayos con el microcrustáceo Daphnia magna 89](#_Toc499651052)

[3.5.3. Ensayos con levaduras recombinantes: RYA (Recombinante Yeats Assad) 90](#_Toc499651053)

[3.6. Métodos matemáticos y estadísticos 93](#_Toc499651054)

[3.6.1. Diseño experimental y análisis de superficies de respuesta 93](#_Toc499651055)

[3.6.2. Análisis estadísticos de los bioensayos de toxicidad 95](#_Toc499651056)

[3.6.3. Análisis de matrices de excitación emisión de fluorescencia (EEMs) mediante análisis de factores paralelos (PARAFAC) 95](#_Toc499651057)

[3.6.4. Cálculo de la constante de complejación (adaptación del modelo de Ryan y Weber) 101](#_Toc499651058)

[4. RESULTADOS Y DISCUSION 105](#_Toc499651059)

[4.1. Tratamiento de contaminantes representativos de la industria alimentaria mediante fotocatálisis solar (proceso foto-Fenton) 107](#_Toc499651060)

[4.1.1. Introducción 107](#_Toc499651061)

[4.1.2. Experimento en simulador solar 109](#_Toc499651062)

[4.1.3. Experimentos en planta piloto 116](#_Toc499651063)

[4.1.4. Ensayos de toxicidad 118](#_Toc499651064)

[4.1.5. Medidas de fluorescencia 120](#_Toc499651065)

[4.2. Tratamiento de contaminantes representativos de la industria alimentaria mediante Ozono y combinación ozono- luz UVA/VIS 123](#_Toc499651066)

[4.2.1. Introducción 123](#_Toc499651067)

[4.2.2. Diseño de experimento 124](#_Toc499651068)

[4.2.3. Tratamiento mediante O3 y combinación O3/UVA-VIS 125](#_Toc499651069)

[4.2.4. Ensayos de toxicidad 135](#_Toc499651070)

[4.2.5. Medidas de fluorescencia 136](#_Toc499651071)

[4.3. Aplicación de sustancias tipo Húmicas en proceso foto-Fenton 141](#_Toc499651072)

[4.3.1. Introducción 141](#_Toc499651073)

[4.3.2. Desactivación de la fluorescencia de las sustancias tipo húmicas en presencia de Fe(III) a diferentes pHs 143](#_Toc499651074)

[4.3.3. Estudio mediante fluorescencia (EEM-PARAFAC) del empleo de sustancias tipo húmicas obtenidas a partir de residuos sólidos urbanos como auxiliares en proceso foto-Fenton 148](#_Toc499651075)

[4.4. Valorización de residuos de la producción del aceite de oliva: obtención de sustancias tipo húmicas para su empleo en proceso foto-Fenton. 152](#_Toc499651076)

[4.4.1. Introducción 152](#_Toc499651077)

[4.4.2. Extracción y caracterización de las sustancias tipo húmicas (STH) 152](#_Toc499651078)

[4.4.3. Actividad fotocatalítica de las STH 157](#_Toc499651079)

[4.4.4. Generación de especies reactivas 158](#_Toc499651080)

[4.5. Desarrollo y aplicación de herramientas informáticas para el tratamiento de señales complejas (EEMs) 161](#_Toc499651081)

[4.5.1. Introducción 161](#_Toc499651082)

[4.5.2. La aplicación EEMlab 161](#_Toc499651083)

[4.5.3. El set de datos de la aplicación EEMlab 165](#_Toc499651084)

[5. CONCLUSIONES 171](#_Toc499651085)

[6. BIBLIOGRAFÍA 175](#_Toc499651086)

[7. PUBLICACIONES 201](#_Toc499651087)