

El sector agroalimentario constituye una de las industrias con mayor relevancia internacional, ya que se encarga de abastecer a una población mundial en continuo crecimiento. Entre los alimentos mayormente elaborados y comercializados a nivel global, se encuentra el aceite de oliva, que es el mayor exponente de la Dieta Mediterránea. Durante su producción, se generan grandes volúmenes de subproductos, entre los que destaca el alperujo, que contiene todos los restos de la aceituna que permanecen una vez que se ha extraído el aceite. Se trata de un subproducto con una elevada carga orgánica, lo que puede suponer un riesgo ambiental si no se gestiona adecuadamente. Por otro lado, el alperujo es rico en compuestos fenólicos, los cuales tienen un elevado interés industrial, debido, principalmente, a sus potentes propiedades antioxidantes. Este contenido en compuestos bioactivos representa una oportunidad excelente para valorizar el alperujo, recuperando compuestos de interés y, simultáneamente, reduciendo la carga contaminante del residuo.

En la presente Tesis Doctoral, “Implementación de Tecnología de Membranas para la valorización de los compuestos fenólicos presentes en las aguas residuales de la industria de producción de aceite de oliva” se ha abordado este reto, en el marco de la Tecnología de Membranas, contribuyendo a la economía circular de la industria oleícola.

En primer lugar, se llevó a cabo la optimización de un proceso de extracción sólido-líquido asistida por ultrasonidos, para extraer los compuestos fenólicos presentes en el alperujo. Se obtuvieron resultados satisfactorios tanto con mezclas de etanol/agua como con agua pura. Además, empleando, técnicas analíticas avanzadas, se llevó a cabo una caracterización detallada de los metabolitos presentes en los extractos derivados del alperujo, de forma que se determinaron más de 50 compuestos, pertenecientes a diferentes familias químicas.

A lo largo de las siguientes etapas del proceso, se emplearon tanto los extractos obtenidos con etanol/agua 50:50 (v/v) como los extractos acuosos. En cuanto a estos últimos, se trataron mediante ultrafiltración, estudiando las membranas UP005, UH030, UH050 y UP150 (Microdyn Nadir) y seleccionando las membranas UP005 y UH030, debido a su adecuada productividad y eficacia en términos de rechazo a la demanda química de oxígeno. Los compuestos fenólicos fueron recuperados con mayor pureza en el permeado de este proceso. A continuación, la corriente de permeado obtenida durante la etapa de ultrafiltración fue sometida a un proceso de nanofiltración, empleando la membrana NF270 (DuPont), para llevar a cabo la concentración de los compuestos fenólicos previamente purificados. Además, se demostró la viabilidad de esta membrana, NF270, para separar compuestos fenólicos de bajo peso molecular y

azúcares, empleando disoluciones modelo con una composición basada en las aguas residuales de la industria oleícola.

Los extractos hidroalcohólicos de alperujo también fueron tratados mediante procesos de membrana. Previamente, se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la literatura científica relacionada con la ultrafiltración en medio orgánico, analizando los efectos de los disolventes en las membranas y las estrategias para preservar su integridad y rendimiento. A continuación, se evaluó un proceso de ultrafiltración para purificar los extractos de alperujo preparados con etanol/agua 50:50 (v/v), obteniendo resultados satisfactorios en cuanto a la estabilidad de las membranas (empleando las membranas UF010104 y UF010801v3, de la casa comercial SolSep BV, y UP005, de Microdyn Nadir) y la recuperación de compuestos fenólicos, los cuales se obtuvieron en la corriente de permeado. Para aumentar la pureza de estos compuestos fenólicos y abordar su fraccionamiento, se estudió un proceso de nanofiltración con disolventes orgánicos, empleando una disolución simulada, cuyo disolvente fue etanol/agua 50:50 (v/v), y con una composición basada en el permeado del proceso de ultrafiltración (con la membrana UP005) en medio orgánico. De entre todas las membranas evaluadas (Duramem®150, Duramem®300, Duramem®500 y Puramem®600, de la casa comercial Evonik, NFS y NFX, de la casa comercial Synder, oNF-1 y oNF-2, de la casa GMT-Borsig y NF270, de DuPont) la membrana NF270 fue la más destacada, debido a su notable densidad de flujo de permeado. Además, esta membrana rechazó adecuadamente los compuestos no deseados, como azúcares y ácidos, lo que facilitó la recuperación satisfactoria de los compuestos fenólicos en el permeado, tras su purificación y fraccionamiento. Considerando los resultados obtenidos durante el estudio de los procesos de ultrafiltración y nanofiltración del extracto hidroalcohólico del alperujo, se propuso un proceso integrado basado en la extracción de estos compuestos con etanol/agua 50:50 (v/v), la ultrafiltración de este extracto, con la membrana UP005, para llevar a cabo su purificación, la nanofiltración, con la membrana NF270, de la corriente de permeado obtenida previamente, para aumentar la pureza y fraccionar los compuestos fenólicos y, finalmente, la concentración de la corriente de permeado obtenida durante la nanofiltración, mediante un proceso de ósmosis reversa, empleando la membrana NF90 (DuPont) que rechazó apropiadamente los compuestos fenólicos.