

Tratamiento del efluente de almazara mediante una nueva resina de intercambio iónico

M.D. Víctor-Ortega*, J.M. Ochando-Pulido, A. Martínez-Férez

¹Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Granada. Avda. Fuentenueva, s/n – Granada
mdvictor@ugr.es

Resumen

La contaminación debida a los efluentes de almazaras supone un tema un serio problema medioambiental en la actualidad.

En este trabajo de investigación, se ha investigado la depuración final del efluente de almazaras que trabajan con el sistema de 2 fases (EA-2) mediante una resina nueva de intercambio iónico mixta, que consistía en una resina catiónica de ácido fuerte y una resina aniónica de base fuerte.

Previamente, este efluente fue tratado mediante un proceso de oxidación avanzada basado en la reacción de Fenton. Después de este pretratamiento, el EA-2 presentaba elevados niveles de varios contaminantes, destacando cloruro, sodio, hierro y compuestos fenólicos.

En este sentido, el principal objetivo de este estudio era reducir la carga contaminante de esta agua residual. Por tanto, se estudiaron los principales parámetros que afectan el proceso de intercambio iónico como son el tiempo de contacto, temperatura y caudal.

Los resultados revelaron que los porcentajes de eliminación de los contaminantes mencionados aumentaron al aumentar la temperatura. Sin embargo, se observó el efecto opuesto con el aumento del caudal.

En condiciones óptimas, las concentraciones alcanzadas para todos los contaminantes en la corriente final se mantuvieron por debajo de los límites máximos establecidos para su reutilización en el proceso de producción del aceite de oliva.

Palabras Clave: resina de intercambio iónico mixta, efluente de almazara, contaminantes, depuración

Introducción

Durante la producción del aceite de oliva se generan grandes cantidades de agua residual, conocida como efluente de almazara (EA). Anualmente, se producen alrededor de $1,8 \cdot 10^6$ t de aceite de oliva en todo el mundo, siendo los principales productores los países de los países mediterráneos. Por esta razón, EA representa un grave problema ambiental en la cuenca mediterránea y concretamente en los países del sur de Europa (Gomec et al., 2007).

La cantidad de este efluente y sus propiedades físico-químicas están influenciadas por varios factores tales como la variedad de las aceitunas, la meteorología y las condiciones del proceso de extracción (Martins and Quinta-Ferreira, 2011).

En el sistema basado en la extracción en dos fases, lo que más caracteriza al efluente producido (EA-2) es un valor de pH ácido, el color negro, la demanda química de oxígeno (DQO) muy alta y una elevada concentración de materia orgánica recalcitrante, debida principalmente a compuestos fenólicos compuestos y taninos. Éste es uno de los efluentes con más alta carga orgánica, unas 100-150 veces mayor que la de las aguas residuales domésticas.

Por otro lado, compuestos inorgánicos tales como cloruro, sulfato y sales de ácido fosfórico de potasio, calcio, hierro, magnesio, sodio, cobre y trazas de otros elementos están normalmente presentes en EA-2 (Garrido Hoyos et al., 2002). Por otro lado, el bajo pH de estas aguas residuales, así como la presencia de compuestos fitotóxicos y antimicrobianos, hace que su reutilización directa sea muy difícil. Por consiguiente, el tratamiento de EA-2 es una necesidad de elevada importancia para la protección del medio ambiente.

En nuestro grupo de investigación, se ha desarrollado un pretratamiento de EA-2 basado en un proceso de oxidación avanzada (reacción de Fenton), seguido de una etapa de floculación y filtración en serie a través de tres diferentes materiales filtrantes (Martínez-Nieto et al., 2020). Esta secuencia de depuración logró una gran reducción de compuestos fenólicos, DQO y sólidos en suspensión. Sin embargo, después de este pretratamiento, el efluente presentaba una concentración significativa de iones monovalentes y divalentes disueltos.

Con objeto de llevar a cabo una depuración final de este efluente, se estudió la posibilidad de añadir un proceso final de intercambio iónico (IO).

El IO es un proceso físico-químico muy atractivo para la depuración final de efluentes principalmente debido a su relativa simplicidad de aplicación, los bajos costes de operación y su elevada eficiencia para eliminar los iones de las aguas residuales, en particular de soluciones diluidas (Pintar, 2001).

El proceso de IO depende de varios factores tales como la temperatura, el pH, el caudal, tiempo de contacto, la concentración inicial de contaminantes y la cantidad de resina utilizada.

En este sentido, resinas selectivas pueden reducir la concentración residual de sodio, hierro total, cloruro y fenoles por debajo de los límites normales máximos establecidos por la Directiva del agua potable. Directiva 98/83 / CE establece la concentración máxima en el agua potable a 200 mg L^{-1} para el hierro, 200 mg de L^{-1} para el sodio y 250 mg L^{-1} de cloruro de (European Commission, 1998). concentración de fenol no es establecida por cualquier directiva, pero es importante para evitar tanto como sea posible, ya que es fitotóxico y recalcitrante a la degradación biológica.

Con la idea de cumplir con los estándares establecidos para la producción de agua potable y cerrar el ciclo en la planta de extracción de aceite de oliva, se llevó a cabo un estudio a escala de laboratorio para evaluar el rendimiento de una columna rellena con una resina mixta de IO.

El objetivo de este trabajo era reducir la carga contaminante de esta agua residual. Por tanto, se estudiaron los principales parámetros que afectan el proceso de intercambio iónico como son el tiempo de contacto, temperatura y caudal.

Materiales y Métodos

Los estudios de intercambio iónico se llevaron a cabo en modo semicontinuo. Para ello se utilizó la resina Amberlite MB 6113, una resina mixta mezcla de una resina catiónica de ácido fuerte y una resina aniónica de base fuerte. Las muestras de EA-2 pretratadas fueron puestas en contacto con esta resina hasta alcanzar el equilibrio.

El equipo de intercambio iónico (MionTec) estaba formado por una columna llena con la mencionada resina, de dimensiones 540 mm de altura x 46 mm de diámetro interno.

Las disoluciones eran alimentadas mediante una bomba peristáltica (Ecoline VC-380). En la Figura 1 se muestra un diagrama del equipo de intercambio iónico utilizado.

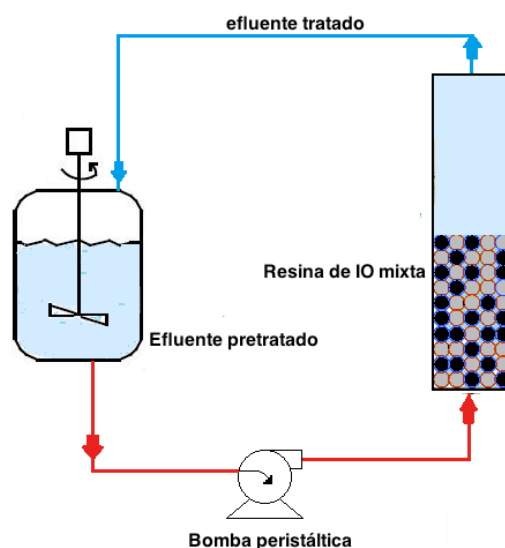


Figura 1. Esquema del equipo de IO utilizado en los experimentos

La eficiencia de IO fue determinada midiendo la cantidad residual de los iones en la fase líquida. Se utilizó un porcentaje de eliminación global que consistía en la media de los porcentajes de eliminación de los principales iones contaminantes presentes en EA-2 después del pretratamiento: cloruro, sodio, hierro y fenoles.

Por su parte, la concentración de cloruro, sodio, hierro y fenoles se midió según los métodos descritos en los trabajos previos llevados a cabo por los autores (Víctor-Ortega et al., 2014).

Resultados y Discusión

Efecto de la temperatura

Se estudiaron las siguientes temperaturas: 10, 20, 30 y 40 °C. La temperatura máxima que se investigó fue 40°C, siguiendo las especificaciones del fabricante. Se observó que a medida que aumenta la temperatura, aumenta la eliminación global de los contaminantes. Se eligió 40°C como temperatura óptima.

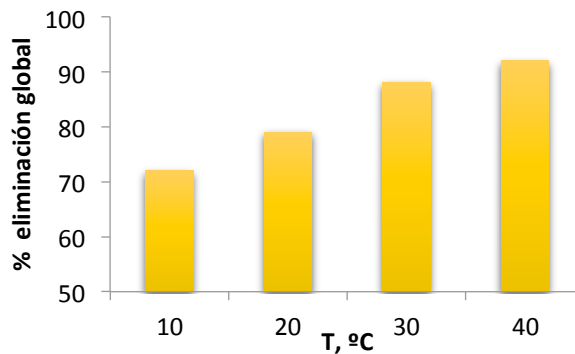


Figura 2. Efecto de la temperatura en la eficiencia de eliminación global

Efecto del caudal

Por otro lado, se estudió el efecto del caudal en la eliminación de los contaminantes mencionados.

En este caso se observó que a medida que aumenta el caudal, disminuye la eficiencia global de eliminación debido a que disminuye el tiempo de contacto entre resina y efluente a tratar.

Se eligió como caudal óptimo el mínimo permitido por las especificaciones del fabricante (5 L h⁻¹).

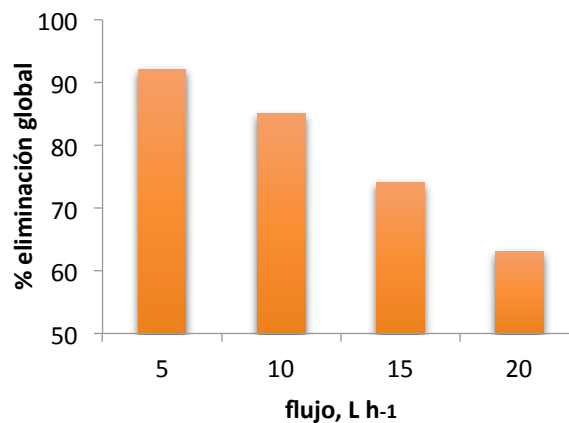


Figura 3. Efecto del caudal en la eficiencia de eliminación global

Efecto del tiempo de contacto

A medida que aumentaba el tiempo de contacto, aumentaba el porcentaje de eliminación de los contaminantes.

El equilibrio fue alcanzado en los primeros 30 minutos de operación, alcanzándose porcentajes de eliminación superiores al 90 %.

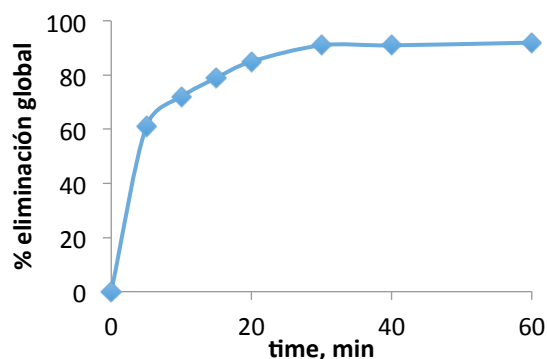


Figura 4. Efecto del tiempo de contacto en la eficiencia de eliminación global

Conclusiones

Los resultados revelaron que los porcentajes de eliminación de los contaminantes mencionados aumentaron al aumentar la temperatura, siendo la temperatura óptima la máxima estudiada: 40 °C. Sin embargo, se observó el efecto opuesto con el aumento del caudal.

En este caso, el caudal óptimo fue el de 5 L h⁻¹. Por otra parte, el equilibrio fue obtenido durante los primeros 30 minutos de operación.

En condiciones óptimas, las concentraciones alcanzadas para todos los contaminantes en la corriente final se mantuvieron por debajo de los límites máximos establecidos (porcentajes de eliminación de contaminantes por encima del 90%).

Por último, se consiguió tratar un elevado volumen de efluente en modo continuo, el cual, en las condiciones óptimas de operación, cumplía con las normas para su reutilización en el proceso de producción del aceite de oliva.

Agradecimientos

Se agradece al Ministerio de Economía y Competitividad y a la Universidad de Granada.

Referencias

- European Commission. (1998). Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption.
- Garrido Hoyos S.E., Martínez Nieto L., Camacho Rubio F. and Ramos A. (2002). Cormenzana, Kinetics of aerobic treatment of olive-mill wastewater (OMW) with *Aspergillus terreus*. *Process Biochem.* 37, 1169–1176.
- Gomec C., Erdim E., Turan I., A. Aydın A. and Ozturk I. (2007). Advanced oxidation treatment of physico-chemically pre-treated olive mill industry effluent. *J. Environ. Sci. Health Part B* 46, 741–747.
- Martínez Nieto L., Hodaifa G., Rodríguez Vives S., Giménez Casares J.A. (2010). Industrial plant for olive mill wastewater from two-phase treatment by chemical oxidation. *J. Environ. Eng.* 136, 1309–1313.
- Martins R.C. and Quinta-Ferreira R.M. (2011). Remediation of phenolic wastewaters by advanced oxidation processes (AOPs) at ambient conditions: comparative studies. *Chem. Eng. Sci.* 66, 3243–3250.
- Pintar J. (2001). Integrated ion exchange/catalytic process for efficient removal of nitrates from drinking water. *Chem. Eng. Sci.* 56, 1551–1559.
- Víctor-Ortega, M.D., Ochando-Pulido J.M., Hodaifa G., Martínez-Ferez A. (2014). Final purification of synthetic olive oil mill wastewater treated by chemical oxidation using ion exchange: Study of operating parameters. *Chemical Engineering and Processing* 85, 241–247.