

Planta industrial de tratamiento de las aguas de lavado provenientes de almazaras

Cyclus

Boye Birame^{1*}; Soria Domínguez José María¹; Saborido Humanes José Antonio¹; Portillo Cabrera María Mercedes¹; Vega Carranza Amalia¹; Valverde Sánchez Francisco José¹; García Mesa José Antonio^{2*}; Ortega Calderón Domingo²

1. Área de I+D, *Cyclus ID*, Río Segre 11, 41530 Morón de la Frontera, Sevilla, España

2. IFAPA, C.I.F.A de Jaén Venta del Llano, Ctra. Bailén-Motril, Km. 18,5 - 23620 Mengibar, Jaén

1* e-mail: id@cyclusid.com TEL.: +34 95 585 47 15 FAX: +34 95 585 47 43

2* e-mail: josea.garcia.mesa@juntadeandalucia.es

Resumen

Los principales residuos líquidos generados en la almazara que utiliza el sistema de dos fases son las aguas de lavado de aceituna, las de lavado del aceite (centrifuga), de lavado patio y puntualmente tolva. Estos efluentes acuosos tienen unos valores de contaminación de DQO Demanda Química en Oxígeno, DBO5 Demanda Biológica en Oxígeno y SS ? Sólidos en Suspensión habitualmente de 5 ÷ 25 g/L, 2,0 ÷ 16 g/L y 1,3 ÷ 6 g/L respectivamente. De hecho, tradicionalmente estos vertidos han sido mayoritariamente enviados a balsas de evaporación, un proceso de larga duración que no depura, aunque sea acompañado de procesos naturales de descomposición y limitada fotodegradación, sino concentra la materia orgánica contaminante con las consecuentes inconvenientes.

El adecuado tratamiento de estas aguas residuales y su posterior reutilización para múltiples usos contribuyen a un consumo sostenible del agua y a la regeneración ambiental del dominio público hidráulico y de sus ecosistemas mejorando la eficiencia y el aprovechamiento de los recursos hídricos.

El presente trabajo reporta una solución industrial integral de la problemática de las aguas de almazara, con aguas tratadas al primer paso del proceso presentando unos rendimientos de un 90% de reducción DQO y DBO y más de 95% de SS y de polifenoles eliminados. En la mayoría de los casos, en este paso las aguas son ya reutilizables directamente para riego, el proceso generando pequeñas cantidades de lodos con alto valor nutritivo utilizables como fertilizantes. Ulteriores fases combinadas de tratamiento han permitido llegar a valores de salida igualando los parámetros de alcantarillado o bien para cauce público según los requisitos del medio.

INTRODUCCION

Los sectores de la aceituna y el aceite de oliva son de los más importantes en la agricultura Europea. La industria del aceite de oliva es de primera importancia en la economía de la Unión Europea, se encuentra entre uno de los más importantes sectores industriales de la UE. Más de 2,7 millones de toneladas de aceite de oliva se producen mundialmente. En el período 2003/2004 se produjeron 2,3 millones toneladas

de aceite de oliva en 12.000 almazaras en la UE, o sea el 84 % de la producción Mundial.

Los sistemas continuos (tres y dos fases) han sustituido progresivamente al sistema discontinuo (de prensas). En la actualidad la mayor parte de las almazaras han adoptado el sistema dos fases. En España más del 90% de las aceitunas se procesan por este sistema, con la consiguiente reducción del problema medioambiental de los alpechines.

La implantación por las almazaras de un sistema de extracción de aceite en el que se producen fundamentalmente dos fases (aceite y alpeorujo), reduce al mínimo el consumo de agua y por tanto la producción de aguas residuales que quedan reducidas al 20-40% de las producidas por el sistema de tres fases. Asimismo, la carga orgánica del nuevo efluente se reduce al 6-15%. El alpeorujo, o alperujo, se caracteriza por su grado de humedad (55-60%). La mayor parte del agua de vegetación del fruto se incorpora a él aumentando su grado de humedad respecto al del sistema de tres fases, y su contenido en compuestos orgánicos, principalmente azúcares y pectinas, procedentes del agua de vegetación (Alba, 1994; García-Ortiz y Frías, 1994, Hermoso y col., 1995).

El principal residuo líquido que se produce en la almazara con el sistema de producción de dos fases está constituido de las aguas de lavado de la aceituna y de la centrífuga (lavado de aceite), del patio y puntualmente tolva. Este residuo no cumple normativa para ser vertido a cauce público o alcantarillado, ni tampoco puede utilizarse para riego, dada su alta carga contaminante. Una de las más viejas soluciones testadas ha sido el almacenamiento a lo largo de los años en balsas. Como consecuencia, este residuo se va reconcentrando, aumentando año tras año su poder de contaminación. Y como las balsas tienen una capacidad determinada, cuando se colmatan surge la necesidad de construir nuevas, ocasionando los siguientes problemas del sector: aumento de la superficie ocupada, desbordamiento, sanciones y paralización de la actividad, freno a la implantación de sistemas de calidad, contaminación atmosférica (malos olores), plagas de insectos además de problemas en zonas con elevada pluviometría.

Anualmente se procesan aproximadamente 30 millones metros cúbicos de residuos de la industria de la Aceituna. La almazara media tiene una capacidad en torno a 10-20 toneladas de aceituna por día y una producción de agua residual específica del proceso de entorno a 0,4 m³ por tonelada de frutos, o sea un caudal diario de agua residual superior a 8 m³. Estos datos dan una idea de la importancia que tiene el tratamiento y la reutilización de éste agua. El volumen más importante de aguas residuales en el procesado de las aceitunas se obtiene en los períodos de la cosecha (desde Noviembre hasta aprox. Febrero,). La Tabla 1 da la comparación de la carga contaminante de alpechines y aguas de lavado (Hermoso y col., 1995). En general los residuos líquidos del procesado de aceitunas tienen unos valores de DQO y DBO5 habitualmente de 5 ÷ 25 g/L y de 2,0 ÷ 16 g/L respectivamente. Presentan también polifenoles, en valores hasta 2 g/l, que le confiere un carácter tóxico. Las plantas municipales de tratamientos de aguas no tienen capacidad para eliminar tales altas cargas en contaminantes, por que las medias de diseño de esas se encuentran entre los 0,4 y 0,8 g/L de DQO, valores típicos de la carga de las aguas urbanas.

Las piedras y restos vegetales son eliminados antes del proceso de lavado de aceituna. Posteriormente se procede al lavado de esta en las lavadoras, obteniéndose

unas aguas con partículas arrastradas de polvo o tierra, así como algunas cantidades de materia grasa y otros productos procedentes de frutos más

o menos dañados físicamente. La composición genérica depende totalmente del tipo de producto procedente del campo (presencia mayor o menor de aceituna recogida del suelo) en cuanto a cantidad y la naturaleza del mismo, así pueden darse presencia de sustancias fácilmente decantables y/o en estado coloidal si se trata de tierras arcillosas.

Igualmente, la presencia de sustancias contaminantes en las aguas de lavado depende en gran medida del estado de la aceituna en el momento de su recogida, así el fruto recogido al principio de campaña, que todavía no está totalmente maduro, presenta un estado más estable y aporta poco de su contenido vegetal al agua durante su lavado. No ocurre lo mismo al final de campaña, donde el fruto ha madurado y rompe cuando se lava, aportando una contaminación típica de la materia vegetal (azúcares, ácidos orgánicos, polialcoholes, polifenoles, grasas, etc.).

El contenido orgánico de estas aguas varía notablemente a lo largo de la campaña, así como el de materias inorgánicas en estado de suspensión estable, inestable o semiestable (en este caso en función de la forma de la recogida de la aceituna y de la climatología).

Los azúcares, las sustancias nitrogenadas, los ácidos orgánicos y los polialcoholes son productos que sufren en mayor o menor medida una degradación relativamente rápida en la naturaleza, pudiendo ser asimiladas por el medio. No ocurre lo mismo con los polifenoles y grasas. Las sustancias de carácter polar e hidrófilo pasaran al agua de lavado del aceite en la centrifuga vertical.

Los polifenoles, responsables del color y olor característico de los alpechines, presentan un carácter fuertemente bactericida, y hacen prohibitiva la utilización del agua que los contienen para riego, pues su depósito en el suelo actúa inertizando éste ya que eliminan la flora bacteriana, responsable de la adecuación de la materia orgánica a condiciones asimilables por las plantas. De considerada mención es también el poder bactericida de los polifenoles que inhabilitan los tratamientos biológicos provocando así la necesidad de un sobredimensionamiento de las instalaciones.

En la literatura se relatan varios estudios y métodos de tratamiento de las aguas residuales de almazara. Los procesos físico-químicos de tratamiento de esas aguas consiguen eliminar buena parte la materia coagulable pero se ven limitados en cuanto a la eliminación de la DQO disuelta y de otras materias tóxicas. Los métodos químicos avanzados permiten obtener buenos resultados de tratamiento, no obstante cabe tener en cuenta la posible formación de subproductos que pueden resultar bastante refractarios. Se han obtenido buenos resultados en las aguas de almazara con los métodos biológicos de depuración (Nieto y col, 2002; Borja y col, 2001). Cabe anotar que un alto contenido en polifenoles de las aguas a tratar dificulta el proceso biológico por la inhibición de la actividad bacteriana (Nieto y col., 1992). Además las altas cargas contaminantes, mayor de 10000 ppm de DQO con bajo índice de biodegradabilidad, son difícilmente asimilables por los procesos biológicos y precisan un mayor dimensionamiento, lo que se deduce en alta inversión. La entrada de los procesos de electroquímicos avanzados en la depuración de aguas residuales industriales se ha coronado con éxito frente a los contaminantes fenolicos y tóxicos, mostrando una gran eficiencia frente la alta carga de contaminante, además de la

transformación rápida de la contaminación recalcitrante en materia asimilable (Boye y col, 2004; 2005).

La problemática de las aguas residuales de almazara requiere soluciones eficientes, integrales y sostenibles que permiten la obtención de aguas tratadas respetando los requisitos de riego, alcantarillado o cauce público y de subproductos fertilizantes para la actividad agrícola.

OBJETIVOS

El objetivo principal de la incorporación de esta planta de tratamiento de aguas al sistema de producción de almazara es la eliminación total de los residuos líquidos y sólidos que ocasionan obteniéndose un sistema de producción más limpio con respecto al medioambiente y posibilitando el cumplimiento de la legislación, aumentando el valor añadido del sistema productivo del aceite de oliva.

Las soluciones aportadas por esta planta y sistema industrial de depuración de aguas residuales de almazara son únicas no sólo por conseguir los niveles de depuración que establece el Reglamento del Dominio Público Hidráulico si no por la economía en su instalación, usando las Mejores Técnicas Disponibles y Gestión, además de las reducidas dimensiones de terreno requeridas para su instalación. Asegura un tratamiento óptimo con cumplimiento de los parámetros legales de vertido de forma continuada de acuerdo con el nuevo Reglamento de Dominio Público Hidráulico (R.D. 606/2003 BOE 06/06/03), permite la obtención por la institución de gestión de la almazara de normas de certificación de calidad y gestión ambiental, ya que de los sistemas implantados no se deriva ningún impacto negativo, resolviendo así una grave problemática medioambiental (eliminación descontrolada de vertidos, olores, impacto visual negativo, contaminación, etc.), evitando la necesidad de invertir en la reparación de eventuales daños ambientales y permitiendo reutilizar el agua para riego, lavado y cualquier otro uso.

La tabla 2 muestra los valores medios de los parámetros analizados en las distintas aguas residuales procedentes de la almazara en estudio.

Productos, Equipos y métodos analíticos

Dado el carácter confidencial y estratégico de la investigación que ha llevado a esta planta industrial de tratamiento de aguas residuales de almazara, a los autores se les conceden la libertad de dar la información estrictamente necesaria y no perjudicable para un entendimiento global de la eficiencia de la solución tecnológica sostenible aportada a la problemática de las aguas residuales provenientes del procesado de la aceituna.

Las aguas residuales, de lavado de aceituna, las de lavado del aceite (centrifuga), de lavado patio y puntualmente tolva, han sido obtenidas de una almazara de la zona de Jaén, España. El muestreo se ha realizado minuciosamente con objeto de conseguir la mayor representatividad de salida de los efluentes acuosos. El vertido ha sido sometido a un tratamiento previo de homogenización, desbaste, y tamizado, respetando estrictamente las proporciones de salida de las diferentes aguas de la almazara, para ser tratado en posteriores tratamientos de depuración.

Los otros productos e ingredientes utilizados durante el proceso han sido seleccionados de tal manera que en el resultado final se obtengan aguas tratadas de

óptima calidad según normas y fertilizantes con un alto contenido en micro elementos nutritivos para las plantas.

Los parámetros usuales de las aguas como pH, conductividad, DQO, contenido en polifenoles han sido determinados utilizando un pH-metro y conductímetro de la casa Crison, un espectrofotómetro y un digestor de la casa Nanocolor tanto para la DQO como los fenoles. Los sólidos en suspensión han sido determinados según el método usual pasando el agua por un filtro Whatmann de 45 μm con el consiguiente secado a 105°C hasta conseguir un peso constante. La Tabla 2 muestra los valores medios encontrados de los principales parámetros de la mezcla homogenizada. Han sido tratadas aguas con puntos de contaminación mucho más altos.

Para tratamientos posteriores del vertido se ha combinado fases de electroquímicos, físico-químicos, biológicos y filtración avanzada.

Resultados y discusión

En la **Tabla 3** están ilustrados los parámetros de salida del agua tratada. Después de un breve pretratamiento, en la fase electroquímica se consigue una buena eliminación de la contaminación global. La acción conjunta de la corriente y de la coagulación físico-química permite en tiempo breve bajar hasta en un 80-90% la DQO y la DBO del agua de entrada. Los aceites y grasas están también completamente eliminados. Además, tanto los sólidos en suspensión como los polifenoles están eliminados con más de 90% de rendimiento, lo que, en algunos casos, confiere al agua obtenida unos parámetros de aptitud a uso agrícola. Durante el proceso tecnológico y gracias al efecto neutralizador de la fase electroquímica se forma un fango inerte, no peligroso y benéfico para el uso agrícola después de compostaje, por la naturaleza del tipo de electrodo utilizado.

El agua de riego, en el caso que proceda, y el fertilizante (proveniente del compostaje del lodo) obtenidos después del proceso de la planta industrial de tratamiento de efluentes acuosos de almazara, presentada en este artículo, presentan cantidades óptimas en nutrientes (N, K, P, Mg, Fe), tienen un pH equilibrado y parámetros óptimos para la actividad agrícola, son libres de polifenoles y otras materias orgánicas tóxicas o inadecuadas.

Posteriormente, con el afino biológico y la separación físico-química avanzada se consigue un efluente de salida totalmente higienizado y desinfectado.

Conclusiones

La combinación de diferentes procesos de oxidación avanzada ha permitido conseguir un tratamiento óptimo de las aguas residuales de almazara, con parámetros adecuados respetando las normas requeridas por ley (en la **Tabla 4**, se notifican los parámetros permitidos para cauce público, según CHG). La planta industrial de aguas de almazara construida además de una altísima eficiencia tiene bajos costes de inversión y de gestión respecto a los volúmenes tratados u ocupa un reducido espacio. La aplicación industrial realizada constituye un avance muy importante y una contribución sostenible a la problemática de las aguas residuales procedentes de la industria de la aceituna en general y en particular de la almazara.