

Evolución de los sistemas de eliminación de residuos líquidos en almazaras

EVOLUTION OF DISPOSAL SYSTEMS FOR THE OLIVE OIL MILL WASTEWATER

Esther del CASTILLO QUESADA, Manuel Jesús PÉREZ GIRÁLDEZ, Juan Carlos RUIZ RUIZ, Belén ÁLVAREZ FERNÁNDEZ y María del Carmen BAENA MORENO

Área Sanitaria Norte de Málaga de la Seguridad Social. Dirección Calle Infante 8, 2º. 29200 Antequera (Málaga). e-mail: ecastillo10@hotmail.com

RESUMEN

Se analizan en el presente artículo los diferentes efluentes líquidos que se producen en el proceso de fabricación de aceite de oliva, así como la evolución de los sistemas de gestión de los mismos en base a la evolución del proceso de fabricación.

Palabras clave: Residuos líquidos, almazaras, aceite de oliva, efluentes líquidos, aguas residuales.

INTRODUCCIÓN

Las almazaras, industrias de fabricación de aceite de oliva, por su número e importancia socioeconómica, son unas de las industrias agroalimentarias de mayor peso en la cuenca mediterránea de España. En Andalucía su relevancia es aún mayor ya que en nuestra Comunidad Autónoma se concentra el 80 % de la producción nacional de aceite de oliva y el 35 % de la producción mundial.

En el Censo del Registro de Industrias Agroalimentarias de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, constan inscritas a Marzo de 2011 un total de 927 almazaras, distribuidas por las ocho provincias andaluzas, lo cual nos da una clara idea de la importancia de estas industrias en nuestra Comunidad Autónoma.

En el proceso de fabricación de aceite de oliva que llevan a cabo las almazaras se producen una serie de residuos o efluentes líquidos, de alto poder contaminante, denominados alpechines. El alpechín es una mezcla del agua de vegetación de la aceituna, del agua que se utiliza en las distintas etapas de la elaboración del aceite (lavado del fruto, adición en los molinos, batidoras, decantadores centrífugos y centrí-

fugas verticales), así como del agua utilizada en el lavado de las aceitunas, la limpieza de las instalaciones y los líquidos procedentes del almacenamiento de aceitunas y orujos en tolvas. Su volumen oscila entre 0,15 y 1,35 litros por Kg de aceituna. El resultado es un líquido oscuro, con diversas sustancias disueltas y en suspensión. El alpechín, recién producido, tiene un olor que recuerda al del aceite; cuando fermenta, tiene un olor fétido. Su propio nombre, alpechín, alude a esta última característica, ya que proviene de la palabra mozárabe *pechin*, derivada a su vez de la latina *faecinus*, que significa hez.

La gestión de estos efluentes líquidos constituye un problema medioambiental de primera magnitud, ya que los sistemas de depuración que se han desarrollado para su eliminación resultan muy costosos, recurriéndose habitualmente a la eliminación de los mismos en balsas de evaporación-oxidación. En los últimos años la línea de trabajo para la gestión de estos efluentes se ha centrado más que en el tratamiento de los mismos en la reducción de vertidos, mediante modificaciones en el proceso de fabricación con resultados satisfactorios.

Tabla 1. Composición química del alpechín en función del sistema de elaboración.

	<i>Sistema de elaboración</i>	
	<i>Presión</i>	<i>Centrifugación</i>
<i>Sustancias orgánicas</i>	<i>Kg. m⁻³</i>	<i>Kg. m⁻³</i>
Azúcares totales	20-80	5-26
Sustancias nitrogenadas	5-20	1,7-4
Ácidos orgánicos	5-10	2-4
Polialcoholes	10-15	3-5
Péctinas, mucílagos y taninos	10-15	2-5
Polifenoles	10-24	3-8
Grasas	0,3-10	5-23

	<i>Sistema de elaboración</i>	
	<i>Presión</i>	<i>Centrifugación</i>
<i>Sustancias inorgánicas</i>	<i>Kg. m⁻³</i>	<i>Kg. m⁻³</i>
P total	1,10	0,30
K ⁺	7,20	2,70
Ca ²⁺	0,70	0,20
Mg ²⁺	0,40	0,10
Na ⁺	0,90	0,30
Fe ³⁺	0,07	0,02
CO ₃ ⁼	3,70	1,00
SO ₄ ⁼	0,40	0,15
Cl ⁻	0,30	0,10

CARACTERIZACIÓN DEL ALPECHÍN

La composición química del alpechín es muy variable, en función de numerosos factores como son: la variedad de aceituna, el tipo de suelo, el sistema de cultivo, el grado de madurez y tiempo de almacenamiento del fruto y el sistema de fabricación, factor este último que más condiciona la composición del alpechín. Tiene un contenido del 83-94% de agua, del 4-16% de materia orgánica y del 0,4-2,5% de sales minerales.

La materia orgánica del alpechín está constituida por grasas, azúcares, sustancias nitrogenadas, ácidos orgánicos, polialcoholes, pectinas, mucílagos, taninos y polifenoles. La presencia de compuestos fenólicos, de los que se han identificado más de 50 confieren al alpechín tres de sus más importantes propiedades: el efecto bactericida, el efecto fitotóxico y el color oscuro.

El alpechín tiene altos contenidos en potasio, sodio, carbonatos y fosfatos, que pueden constituir el 47, 7, 21 y 14%, respectivamente, del total de las sustancias minerales. En la Tabla 1 se detalla las sustancias orgánicas e inorgánicas del alpechín en función del sistema de elaboración, bien por presión o por centrifugación.

Tiene un alto poder contaminante debido a su alta carga orgánica y altos contenidos en sólidos disueltos (CE 8-22 dS m⁻¹) y en suspensión, que superan los límites permitidos por la Ley de Aguas para vertidos a ríos, lagos, terrenos, balsas, subsuelo, etc. La carga orgánica del alpechín, medida por su DBO o DQO, es mucho mayor que la de los efluentes de otras industrias agroalimentarias.

En la Tabla 2 se detallan estos parámetros para los sistemas de elaboración por presión y centrifugación, así como los valores permitidos por la ley de aguas para su vertido a cauce público.

Los efectos de los vertidos de alpechín sobre la calidad de las aguas superficiales se traducen en un aumento de las concentraciones de sólidos orgánicos e inorgánicos, de K, de P y de metales pesados. Asimismo, estos vertidos producen la disminución drástica del oxígeno disuelto en el agua, a veces hasta niveles de anoxia, dando lugar a malos olores, desarrollo de microorganismos nocivos, asfixia y muerte de la fauna acuática.

EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE FABRICACIÓN Y SU EFECTO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE EFLUENTES LÍQUIDOS

El sector almazarero estuvo integrado tradicionalmente en España por un gran número de pequeñas almazaras muy diseminadas en las zonas productoras, por lo que los vertidos, de escasa importancia, se perdían en los campos sin alcanzar los cauces de los ríos. En Andalucía, en la década de los 50 del siglo XX, se produce un proceso de concentración e industrialización de las almazaras, centrado principalmente en las Cooperativas, con la

Tabla 2. Composición química del alpechín en función del sistema de elaboración y valores permitidos por la ley de aguas para su vertido a cauce público.

<i>Parametros</i>	<i>Sistema de elaboración</i>		<i>Valores máx. Ley de aguas</i>
	<i>Presión</i>	<i>Centrifugación</i>	
	<i>g L⁻¹</i>	<i>g L⁻¹</i>	<i>mg L⁻¹</i>
pH	(4,5-5,0)	(4,7-5,2)	(5,5-9,5)
DBO	90-100	35-48	300
DQO	120-130	45-60	500
Sólidos suspensión	1	9	300
Sólidos totales	120	60	-
Sólidos minerales	15	5	-
Sólidos volátiles	105	55	-
Grasas	0,5-1,0	3-10	40

construcción de almazaras de mayor volumen y la consiguiente concentración de los efluentes en un menor número de puntos, desde donde se vertían sin tratar a los cauces públicos. A finales de los 70, el vertido de alpechines constituía el principal problema de contaminación en la Cuenca del Guadalquivir.

Durante esta época la práctica totalidad de nuestras almazaras utilizaban el sistema tradicional de producción de aceite de oliva por presión. En este sistema el volumen de alpechín producido estaba en el entorno de 0,65 litros por Kg. de aceituna procesada.

En 1981 el Gobierno Español prohíbe los vertidos de alpechines y establece medidas complementarias, subvencionando la construcción de balsas para su almacenamiento durante las campañas de molturación y la eliminación por evaporación durante los meses en los que el saldo evapotranspiración - pluviometría es positivo, quedando como residuos finales los lodos que debían retirarse anualmente. A raíz de estas medidas, se construyeron unas 1.000 balsas (Figura 1), con lo que mejoró notablemente la calidad de las aguas de los ríos.

Figura 1. Balsa de alpechín con revestimiento de polietileno.



Sin embargo, las balsas producen un grave impacto ambiental en las zonas cercanas a su ubicación, debido a los malos olores, proliferación de insectos, derrames y filtraciones. Por otra parte, la colmatación de las balsas por los lodos constituye otro problema, ya que la limpieza no siempre se lleva a cabo por ser costosa y porque no siempre se ha encontrado utilidad para estos residuos. Pero el problema más grave surgió por la sustitución progresiva en muchas almazaras del sistema tradicional de presión por el de centrifugación en continuo en tres fases, que producía más del doble de volumen de alpechín (1,20 a 1,35 litros por Kg. de aceituna procesada). A raíz de la implantación del sistema de producción de aceite por centrifugación en continuo

fueron aumentando paulatinamente el número de balsas, cuyo número ascendía en 1988 a 2.458, y fueron cada vez más frecuentes los accidentes de derrames y los vertidos incontrolados, como el detectado en la campaña 1982-83 en el río Guadalquivir y en el arroyo del Partido en las proximidades al Parque Nacional de Doñana.

Consciente del problema de los alpechines, sólo atenuado por el uso de las balsas, la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir diseñó en 1989 una experiencia para la evaluación técnica y económica de diferentes métodos de eliminación o depuración de alpechines. Durante las campañas 1990-91 y 1991-92 se ensayaron nueve métodos basados en distintas tecnologías: evaporación natural o forzada, tratamientos químicos, físico-químicos y biológicos y combinación de varios de ellos. Los resultados obtenidos por cada uno de los nueve métodos fueron muy variables, encontrándose que generalmente los métodos más efectivos son aquéllos en los que la contaminación se reduce en varias etapas, si bien métodos más sencillos, como los que usan sólo evaporadores, alcanzan una reducción aceptable de la contaminación. Los métodos probados lograron reducir la DQO a menos de 4.000 mg L⁻¹ y la DBO a menos de 3.000 mg L⁻¹, valores por encima de los permitidos por la legislación española. Sin embargo la baja eficiencia y los altos costes de inversión y mantenimiento de los métodos ensayados hicieron que su adopción fuera prácticamente nula.

Durante la campaña 1991-1992, coincidiendo con los ensayos citados anteriormente, se implantó un nuevo sistema de producción de aceite por centrifugación en el que se producen fundamentalmente dos fases, aceite y orujo. Éste sistema, denominado Sistema Ecológico, por la reducción de efluentes y el ahorro de agua y energía, produce un volumen de alpechín de 0,25 a 0,30 litros por Kg. de aceituna procesada y supuso un paso importantísimo en la gestión de estos residuos. Además la carga contaminante del alpechín se redujo también drásticamente.

En la Tabla 3 se detalla la producción de alpechín en los diferentes sistemas de elaboración expresada en litros de efluente por Kg. de aceituna procesada.

En el sistema de dos fases, la mayor parte del agua de vegetación del fruto se incorpora al orujo, aumentando de forma importante su grado de humedad con relación al del sistema de tres fases. Este nuevo residuo sólido que se denomina alpeorujo o alperujo, se caracteriza por su alto grado de humedad (55-65%) y por su contenido en compuestos orgánicos, principalmente azúcares y pectinas, procedentes del agua de vegetación. El alto contenido en agua de los alperujos dificulta su transporte y secado, mientras que la presencia de esos compuestos hace que su textura sea diferente a la del orujo clásico, confiriéndole un peor comportamiento en los procesos de secado y extracción. A las temperaturas de los hornos de secado, el alperujo se carameliza,

Tabla 3. Producción de alpechín en los diferentes sistemas de elaboración.

<i>Procesos</i>	<i>Sistema de elaboracion</i>		
	<i>Prensas</i>	<i>Centrifugacion tres fases</i>	<i>Centrifugacion dos fases</i>
Lavado de aceitunas	0,04	0,09	0,05
Separación sólido-líquido	0,40	0,90	0,00
Separación líquido-líquido	0,20	0,20	0,15
Limpieza	0,02	0,05	0,05
<i>Efluente final (litros / Kg.)</i>	<i>0,66</i>	<i>1,24</i>	<i>0,25</i>

dificultando la penetración del disolvente y disminuyendo el proceso extractivo.

En la mayoría de las almazaras, los alperujos se someten a una segunda centrifugación, normalmente en dos fases (comúnmente denominada repaso), obteniéndose un aceite virgen lampante con unas características químicas diferenciadas y un alperujo mas agotado (con menor riqueza grasa).

El sistema de dos fases fue implantado de forma masiva en las almazaras españolas y en la actualidad la práctica totalidad de las almazaras lo utilizan.

A raíz de la implantación del sistema de dos fases, las extractoras de orujo, industrias de aprovechamiento de este subproducto, tuvieron que realizar un gran esfuerzo para adaptarse a las nuevas características del producto, con modificaciones en sus instalaciones que supusieron grandes inversiones. Muchas de ellas, a la vista del escaso valor económico del alperujo introdujeron modificaciones en sus procesos y, actualmente, uno de los principales componentes del valor económico del alperujo es su poder energético, utilizado para la producción de energía eléctrica en plantas de biomasa.

NUEVAS MODIFICACIONES EN EL PROCESO INDUSTRIAL PARA REDUCCION DE EFLUENTES LIQUIDOS EN ALMAZARAS

En la actualidad nuevas modificaciones en el proceso industrial de las almazaras están suponiendo importantes disminuciones en las producciones de efluentes líquidos y otros ahorros, con positivos efectos medioambientales.

En este sentido la sustitución de la separación líquido-líquido por centrifugación por procesos de decantación natural está dando resultados muy satisfactorios. El componente principal del volumen de efluentes de las almazaras que utilizan el sistema de dos fases es el agua que se adiciona en la centrífuga vertical para la limpieza o clarificación del aceite obtenido en la separación de fases en el decantador centrífugo horizontal. El volumen de agua caliente que se adiciona en la centrífuga vertical oscila entre 0,50 y 0,75 litros por Kg. de aceite, lo que supone un efluente de aproximadamente 0,10 a 0,15 litros por Kg. de aceituna procesada. En muchas almazaras se ha sustituido la centrifugación por la

decantación natural, que era el sistema utilizado desde muy antiguo para conseguir esta separación y que consiste en decantar de forma natural el aceite procedente del decantador centrífugo horizontal, consiguiéndose la separación del aceite de los sólidos y el agua de vegetación en base a las diferentes densidades de estos componentes y reali-

zándose la eliminación de estos sólidos y agua de vegetación mediante purga o sangrado en la parte inferior de los depósitos decantadores. La densidad del aceite de oliva oscila entre 0,915 y 0,918 litros por Kg. y la del agua de vegetación entre 1,015 y 1,086 litros por Kg.

Este proceso se realiza actualmente en unas condiciones de higiene muy estrictas y con una sistematización o automatización de las purgas que permite que no se produzca un deterioro en la calidad del aceite por el contacto más o menos prolongado del mismo con los sólidos y el agua de vegetación. Las ventajas del sistema son evidentes, además de la reducción de los efluentes líquidos hasta un efluente total de aproximadamente 0,10 litros por Kg. de aceituna procesada, se producen importantes ahorros en el consumo de agua y energía, ya que no es necesario el aporte de agua caliente en la centrífuga vertical, ni el consumo eléctrico de los motores de esta, normalmente elevado dada la potencia de los mismos.

No obstante el proceso está aún en su fase de puesta a punto y se están incorporando al mismo otros elementos que sin duda lo mejorarán, como el tamizado o filtración previos o posteriores a la decantación para separar los sólidos más gruesos en suspensión en el aceite o sistemas que permitan una automatización total de las purgas.

Recientemente una prestigiosa firma de maquinaria oleícola del sector ha desarrollado una línea de separadoras centrífugas verticales que permiten la clarificación de los aceites por centrifugación con un consumo mínimo de agua. También esta línea de trabajo es muy positiva con vistas a la disminución de efluentes de las almazaras.

La disminución del volumen de efluentes desde los 1,23 litros por Kg. de aceituna procesada a 0,10 litros por Kg. de aceituna procesada ha sido un paso importantísimo en la gestión de los efluentes de las almazaras. No obstante, en los próximos años nuevos elementos se incorporarán a los sistemas de decantación o centrifugación, permitiendo su automatización, racionalización y optimización. Todo ello, complementado con sistemas de depuración eficaces y rentables que, además solo necesitarán procesar una pequeña cantidad de efluentes con lo que los costes por unidad de producción podrán ser perfectamente

asumibles, nos hacen soñar que en un plazo relativamente corto se podría alcanzar el vertido cero en nuestras almazaras.

MARCO LEGAL

Hasta el año 2002 el control administrativo de los efluentes líquidos de las almazaras, dada la incidencia de los mismos sobre los cauces públicos, había sido competencia de los Organismos de Cuenca y, concretamente en Andalucía por la importancia de la industria almazarera, con especial incidencia en las Confederaciones Hidrográficas del Guadalquivir y del Sur, posteriormente Cuenca Mediterránea Andaluza.

En el año 1998, se produce el desastre de Aznalcóllar, una balsa de residuos de metales pesados muy contaminantes de 8 Hm³, procedentes de una mina de la empresa de capital sueco Boliden-Apirsa, situada en la localidad de Aznalcóllar, se rompió por dos de sus lados, liberando gran cantidad de líquido de muy bajo pH (alta acidez). El vertido, producido en el río Agrio, llegó rápidamente al Guadiamar, que fluye hacia el Parque natural de Doñana y preparque, donde fue frenado y desviado mediante diques para que llegara con más rapidez al Guadalquivir y de allí al mar.

A raíz de este desastre la Consejería de Presidencia de la Junta de Andalucía aprueba el Decreto 281/2002, de 12 de Noviembre, por el que se regula el régimen de autorización y control de los depósitos de efluentes líquidos o lodos procedentes de actividades industriales, mineras y agrarias, publicado en el BOJA nº 152 de 26 de Diciembre de 2002. Esta normativa establecía duras y costosas medidas de control para estos depósitos.

Afortunadamente el Decreto 167/2005, de 12 de Julio, modificó el Decreto 281/2002, aclarando determinados aspectos del mismo y haciendo expresa referencia a los depósitos de efluentes de las almazaras e industrias de aderezo de aceitunas, considerando que estas industrias, por su volumen de efluentes y la peligrosidad de los mismos, no debían estar sometidas al mismo régimen que otras actividades industriales o mineras. No obstante se establecían una serie de medidas restrictivas relativas a impermeabilización de los depósitos, altura total, resguardo mínimo y capacidad total de almacenamiento de cada depósito que no puede superar los 5.000 m³. Además los efluentes líquidos contenidos en los mismos no pueden tener la consideración de residuos peligrosos, según la lista de residuos peligrosos aprobada mediante la Orden MAM/304/2002, de 8 de Febrero, y se encuentran incluidos en las actividades que requieran su inscripción en el Registro de Industrias Agroalimentarias de Andalucía.

La Orden de 15 de Noviembre de 2005 de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía (BOJA 230 de 24 de Noviembre de 2005), desarrolló el Decreto 281/2002 en lo relativo a las

actividades de las industrias agroalimentarias. Esta Orden establece claramente la autorización de estos depósitos, la clasificación de los mismos, normas de seguridad, abandono y clausura, etc. Los depósitos pasan a depender directamente de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, siendo preceptiva su inscripción en el Registro de Industrias Agroalimentarias y debiendo contar con un Libro Registro diligenciado en el que se reflejen todos los movimientos de los efluentes. El diseño del Libro Registro fue establecido en la Orden de la Dirección General de Industrias y Calidad Agroalimentaria de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía de 2 de Diciembre de 2005.

BIBLIOGRAFÍA

- Cabrera, F. (2011) Características y tratamiento de las aguas residuales industriales por sectores. Molturación de la aceituna para la obtención de aceite de oliva virgen. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla. CSIC.
- Cabrera, F. (1995) El alpechín: un problema mediterráneo. En *La calidad de las aguas continentales españolas. Estado actual e investigación*. (Eds. M. Alvarez Cobelas y F. Cabrera Capitán) 141-154. CSIC-Geoformas Ediciones. Logroño, ISBN: 84-67779-23-9.
- González Fernández, P., González Fernández, R., Giráldez Cervera, J. V., García Ortiz, A. y Romero Obrero, A. (2010) Aplicación agrícola de residuos de almazaras con el sistema de dos fases. Proyecto CA098-010. CIFA Alameda del Obispo. Córdoba. ETSIAM Córdoba. CIFA Venta del Llano. Jaén.
- Gloria Batlló. (2010) Residuos de la producción del aceite. Agencia de Residuos de Cataluña. Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Cataluña.
- Barranco, D., Fernández Escobar, R., Rallo, L. (2008) El cultivo del olivo. 6ª Ed. Junta de Andalucía-MAPA-Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- Civantos López-Villalta, L. (2008) Obtención de aceite de oliva virgen. 3ª ed. AMV Ed., Madrid.
- Decreto 281/2002, de 12 de noviembre, por el que se regula el régimen de autorización y control de los depósitos de efluentes líquidos o de lodos procedentes de actividades industriales, mineras y agrarias. BOJA. nº 152 de 26 de Diciembre de 2002. Consejería de la Presidencia de la Junta de Andalucía.
- Decreto 167/2005, de 12 de julio que modifica el decreto 281/2002 de 12 de noviembre de 2002, por el que se regula el régimen de autorización y control de los depósitos de efluentes líquidos o de lodos. BOJA nº 137 de 15 de julio de 2005. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.
- Orden de 15 de noviembre de 2005 que desarrolla el régimen de autorización y control de los depósitos

- de efluentes líquidos o de lodos procedentes de actividades industriales, mineras y agrarias, en lo relativo a las actividades de las industrias agroalimentarias. BOJA nº 230 de 24 de noviembre de 2005. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.
- Resolución de 2 de diciembre de 2005 de la Dirección General de Industrias y Promoción Agroalimentaria que establece el diseño del libro de registro y de la solicitud de autorización para entidades de control.
- Consejería de Agricultura y Pesca. (2006) Manual de interpretación de normas para el titular de depósitos de efluentes líquidos o lodos. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Junio de 2006.