

# **Subproductos del olivar y sus procesamientos para obtención de productos con valor agregado**

Filippin, Ana Julia<sup>1</sup>; Pozzi, María Teresa; Luna, Nadia

Departamento Química. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Universidad Nacional de Catamarca

## **Resumen**

La provincia de Catamarca tiene como líneas productivas relevantes la elaboración tanto de aceituna de mesa como de aceite de oliva. Esta actividad productiva genera volúmenes importantes de residuos, especialmente en lo que se refiere a residuos de poda y alpeorajo (residuo semisólido resultante de la extracción de aceite de oliva).

Las metodologías o tecnologías de tratamiento empleadas están direccionadas principalmente a evitar la contaminación de suelos y aguas (superficiales y subterráneas), y a su vez lograr productos de valor comercial para ser integrados a esta cadena productiva. El presente trabajo muestra los resultados obtenidos al aplicar a estos residuos, tecnologías de compostaje, procesos extractivos de sustancias de interés en las áreas de alimentación, cosmetología y además, utilizar la biomasa para obtención de carbón activado con numerosas aplicaciones en procesos de recuperación de oro, de purificación de agua y para la industria alimentaria entre otros de alto impacto en la economía regional.

**Palabras claves:** alperujo, carbón activado, compostaje

---

<sup>1</sup>anajfilippin@unca.edu.ar

## **1. Introducción**

La producción olivícola es utilizada entre un 30 a un 40 % para obtención de aceite de oliva en la provincia de Catamarca, por lo tanto, el volumen de residuos industriales generados se tornan inmanejables. Se originan eventos de contaminación causados por el alperujo que contiene ácidos grasos, polifenoles y alto contenido en material lignocelulósico con dificultades de biodegradación (Cegarra *et al.*, 2004). Resulta relevante además, considerar los efectos de alto grado de toxicidad sobre vegetales, células animales, microorganismos del suelo e insectos (Moreno *et al.*, 1990).

Actualmente, el aprovechamiento de los residuos como materia prima para la obtención de productos con valor agregado es aceptado por las empresas, pero aún esta forma de internalizar la gestión ambiental es incipiente. Es decir, el beneficio de implantar un plan de gestión ambiental se manifiesta no sólo por el uso sustentable de los recursos naturales sino también poder brindar servicios ambientales.

### **1.1 Compostaje**

El compostaje es un proceso aeróbico que permite la recuperación de diferentes residuos orgánicos para obtener un producto homogéneo, en la mayoría de los casos se emplean diferentes materiales para lograr las mezclas a compostar, con características que proporcionan mayor oxigenación y agregan un material estructurante tales como paja o estiércoles de animales vacunos, para mejorar el contenido de nitrógeno (Varnero, 2011, Filippin, 2014).

### **1.2. Otros modos de aprovechamiento de los subproductos del olivar**

El elevado volumen y la diversidad de componentes presentes en los residuos de poda y el alperujo constituyen un potencial para su tratamiento, en el sentido de obtener nuevos productos con valor agregado. Se conoce que a nivel industrial se extraen primero las fracciones mayores de hueso para sus distintos usos comerciales (carbón activo, biomasa de alto poder calórico, abrasivo, etc.).

El alperujo se usa como biomasa en la producción de energía eléctrica generando con los inconvenientes de producción sustancias volátiles y los problemas derivados de los componentes solubles como azúcares.

Mediante la aplicación de un sistema sencillo de tratamiento al vapor se consigue la recuperación y producción de compuestos de alto valor añadido (antioxidantes naturales,

manitol, azúcares, bioetanol, aceite, etc.). Resulta así un sólido final apto para su uso en alimentación animal y aprovechamiento como fuente de celulosa o compostaje (Rodríguez *et al.*, 2007).

Existe la posibilidad de aprovechar los residuos procedentes de la explotación o transformación de la biomasa como es el caso de la fabricación del carbón activo a partir de residuos de biomasa.

El presente trabajo muestra resultados de las investigaciones realizadas con los residuos olivícolas y oleícolas en lo referido a obtención de enmiendas orgánicas (alpeorujos) y producción de carbón activado, a partir de residuos de poda del olivar y alperujo, los que fueron realizados conjuntamente con empresas y cooperativas de pequeños productores de Catamarca y La Rioja.

## **2. Metodología**

### **2.1. Metodología de compostaje**

El diseño experimental de las mezclas preparadas para compostaje se basó en un testigo y tres tratamientos diferentes, el primero consistió en alperujo solo (T 1), 75% alperujo y 25% cama de cabra (T 2), 75 % alperujo y 25% cama de caballo (T 3), 50 % alperujo y 50% cama de cabra (T 4). Las mezclas se trataron en recipientes de plásticos con perforaciones en las paredes laterales y en la base, para favorecer la biodegradación aerobia y evitar el exceso de humedad, volteadas y regadas periódicamente según la evolución de los parámetros de pH, humedad y temperatura durante el proceso de compostaje determinadas *in-situ*.

Debido al alto grado de compactación del alperujo (alto contenido en azúcares) se realizaron las mezclas con cama de cabra y de caballo que le proporcionaron mayor contenido en nitrógeno y oxigenación.

Se determinaron *in situ* parámetros de humedad, temperatura y pH para controlar el avance del proceso de biodegradación en dos niveles de tratamiento semanalmente. Se tomaron muestras de cada pila luego de su armado a los 30, 60, 90, 120 y 180 días.

#### **2.1.1. Parámetros químicos del compost de alpeorujos de oliva**

El estudio de la evolución de algunos parámetros químicos, a lo largo del proceso, puede aportar información sobre estos cambios e indicar, a la vez, el momento en que el

material orgánico ha alcanzado el estado de madurez dentro de estos parámetros se seleccionaron para su análisis dos.

### **Relación entre el carbono y el nitrógeno**

El carbono y el nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Por ello para obtener un compost de buena calidad es importante que exista una relación equilibrada entre ambos elementos. Teóricamente una relación C/N de 25-35 es la adecuada, pero esta variará en función de las materias primas que conforman el compost. El Carbono Orgánico (COT) se determinó mediante método de Walkley-Black (oxidación dicromato de potasio/ácido sulfúrico), y para obtener la relación C/N, se determinó el nitrógeno por método semi-microkjeldahl (Herrera, 1990).

### **Polifenoles Hidrosoluble**

Durante la obtención de aceite de oliva, la fracción acuosa arrastra la mayor parte de los polifenoles del fruto, al ser mucha más soluble en agua que en aceite, a fin de favorecer su alto contenido en el alperujo.

Los componentes de naturaleza fenólica merecen atención especial por su repercusión sobre la inhibición de la germinación, la colaboración y el efecto antimicrobiano, propiedades que estos compuestos proporcionan a los subproductos de la industria extractiva del aceite de oliva, en especial a las fracciones acuosas

Los componentes fenólicos de bajo peso molecular parecen estar muy relacionados con los efectos, antimicrobianos y fitotóxicos, provocados por los subproductos generados por la industria extractiva del aceite de oliva. Este se determinó mediante una modificación del método de Folin (Maestro Duran *et al.*, 1991).

### **2.1.2. Parámetros biológicos del compost de alpeorujo de oliva**

Debido a que el material orgánico inmaduro induce efectos fitotóxicos, una manera clara de evaluar su madurez es mediante la realización de bioensayos. Sin embargo, alguna de las características finales del material orgánico adicionado y no relacionadas con su estado de madurez, como por ejemplo una elevada salinidad o una elevada relación C/N, también pueden afectar negativamente al cultivo.

### **Ensayo de Fitotoxicidad**

Son pruebas de germinación y consisten en incubaciones de semillas durante periodos cortos de tiempo, empleándose el Índice de Germinación creado por Zucconi (1985) para evaluar el grado de estabilización de los compost.

## **2.2. Metodología de obtención de carbón activado**

Se trabajó con carozo de aceituna molido a rodillos y se tamizó a través de un tamiz malla 20, seleccionando partículas de diferentes granulometrías. Las muestras fueron carbonizadas en mufla en atmósfera de nitrógeno a 600 °C (Martínez *et al.*, 2003). Se trató con hidróxido de potasio (75% m/m) en una relación 1:1; se deshidrató, se activó a alta temperatura (intervalo entre 800 y 900°C), se lavó hasta neutralidad y se secó en estufa. Para evaluar la capacidad de absorción se utilizó el método según especificaciones de las normas ASTM D 4607-94(1999).

## **3. Resultados y discusión**

### **3.1. Compostaje**

#### **Relación Carbono/Nitrógeno**

Si el carbono está conformando moléculas de difícil escisión, como por ejemplo, celulosa o lignina, la labor de los microorganismos se verá dificultada. Durante 23 días de período termofílico y condiciones altas de humedad, se podría reducir el contenido de lignina en alperujo hasta un 70%. Otra vía para incrementar la degradación de la lignina es añadir pequeñas cantidades de nitrógeno a estos materiales lignocelulósicos.

Los tratamientos 1 y 4 tienen una relación C/N que parte de 48 % y desciende marcadamente hasta el día 90, donde su descenso sigue pero de forma moderada y termina el proceso con 23 %. El T2 parte de 46.5 % y desciende notablemente en los primeros 90 días hasta 31%, finalizando el proceso con 22 % y respecto del T 3 es el que menor valor presenta al iniciar el proceso (23.4 %), sufre una escasa degradación presentando un valor de 15.5 % .

#### **3.1.2. Polifenoles Hidrosolubles**

En los ensayos se destacó el alto contenido de polifenoles hidrosolubles de todos los tratamientos (1.4 % a 1.8 %), lo que muestra la abundancia de estos compuestos en los alpeorujos utilizados para preparar las mezclas.

En los primeros 60 días se observa un descenso pronunciado, que continua suavemente al comenzar el tercer mes de compostaje.

Los tratamientos 1 y 2 parten del valor más elevado 1.8 %, al cabo de 60 días se observa una caída sostenida en el T1 a 0.9 %, mientras el T2 solo desciende 1.2%. El T3 parte de 1.6 % y a los 60 días disminuye y se unifica con el tratamiento 1 en 0.9%. El tratamiento 4 parte de un elevado porcentaje (1.4%) aunque es el menor de los 4 tratamientos, a los 2 meses se observa una caída pronunciada hasta 0.7%. A partir del tercer mes, los valores descienden suavemente, sin embargo, el tratamiento 1 es el que a lo largo de 180 días disminuyó notablemente su contenido en polifenoles (0.5 %). Si analizamos los porcentajes de polifenoles en cada uno de los tratamientos, se detecta que el tratamiento 1: testigo, es el que muestra un mejor comportamiento en la degradación de los polifenoles.

### **Índice de germinación para detección de fitotoxicidad**

La madurez de un compost se puede establecer mediante bioensayos de germinación con especies sensibles a metabólicos fitotóxicos. Estas sustancias debieran ser metabolizadas o inmovilizadas durante la fase de maduración del compostaje, con el propósito de generar un material estabilizado biológicamente y con una baja o nula fitotoxicidad.

Si el IG es menor al 50% indicaría que hay una fuerte presencia de sustancias fitotóxicas y si el índice de germinación es mayor que el 50% pero es inferior al 80% de germinación, indicaría que estos residuos no han finalizado su etapa de madurez y por lo tanto contienen sustancias fitotóxica que no se han metabolizado completamente. En cambio, cuando el IG% es superior al 80%, con lo cual, de acuerdo con la Norma Chilena de Compost (INN, 2004), se definiría como un material maduro. Respecto de la determinación de la longitud radicular, no se consideran como germinadas aquellas semillas que presentan raíces menores a 0.5 mm.

Los tratamientos 1, 2 y 4 parten de valores porcentuales entre 0.32 y 0.8 %, mientras el tratamiento 3 parte de un IG de 5.13% En todos los tratamientos se observa un aumento en el porcentaje de índice de germinación, lo que manifiesta un descenso en el material fitotóxico. Pero en los T1 (78.8 %), T2 (69.59%) y T4 (75.6 %) son inferiores al 80% de germinación, lo que indicaría que estos residuos no han finalizado su etapa de madurez y por lo tanto contienen sustancias fitotóxica que no se han metabolizado completamente.

El tratamiento 3 presenta un IG de 85.4 %, por lo que se considera un material maduro.

### **Carbón activado**

Las muestras obtenidas de carbón activado se sometieron a la determinación de capacidad de adsorción de yodo, el valor promedio obtenido se compararon con los obtenidos para carbones activados de uso comercial (Tabla 1), la capacidad de absorción por gramo de carbón fue de 720 mg de yodo por gramo de carbono para el hueso de la aceituna, similar a los valores obtenidos para el carbón activado holandés y Ciccarelli.

Además, sobre el carbón activado obtenido se realizaron observaciones de su estructura interna que se registraron mediante microfotografía SEM. Las pruebas de análisis del carbón activado generado en el laboratorio a escala piloto arrojaron valores similares a los carbonos activados obtenidos, a partir de otros residuos ricos en lignina como la cáscara de nuez y el carozo de durazno (Tabla 1). Los porcentajes de carbonización y activación fueron 19,08 % y 14,60 %. Las imágenes de SEM muestran que el tamaño de los micro-poros del carbón activado presentan un tamaño promedio de  $8,28 \cdot 10^{-3}$  m y  $3,75 \cdot 10^{-4}$  m. Con lo cual se deduce que los micro-poros son más efectivos para la retención de moléculas pequeñas.

Tipo de carbón activado	Capacidad de adsorción de yodo (mg de I <sub>2</sub> adsorbido/gr de C.A)
C.A. Holandés	833,93
C.A. Ciccarelli	793,31
C.A. elaborado con hueso de aceituna	719,70

Tabla 1. Valores de adsorción logrados con diferentes carbones activados (C.A.) de uso comercial y el de hueso de orujo.

## **4. Conclusión**

Si se aplica la tecnología del compostaje a los residuos oleícolas y ganaderos se logra un doble propósito: eliminar la contaminación y generar productos con valor agregado y factibilidad de ser incorporado a las actividades productivas de la provincia, como mejoradores de suelo. Lo relevante del empleo de estos materiales es su disponibilidad en la provincia y en la región.

En ensayos con cama de caballo detectamos una mejor oxigenación de las mezclas aportando además, una importante acción inoculante, contenido de nutrientes y mayor biodegradabilidad. Los valores más bajos respecto de la fitotoxicidad se destacaron en los tratamientos con alpeorajo solo y mezclado con cama de caballo.

La obtención del enmendante orgánico con capacidad de mejorar la calidad de los suelos en nutrientes y preservarlos de la degradación, resulta interesante para la promoción de la producción orgánica. Además estos se pueden replicar a escala industrial adaptando la tecnología utilizada para tal fin.

Respecto del carbón activado se logró un carbón activado con capacidad de adsorción adecuada para ser insertada en el mercado y promoción de una nueva línea productiva a nivel provincial y regional.



## **Bibliografía**

Cegarra, J.; Albuquerque, J. A.; Gonsalvez, J. y García, D. (2004). “Tratamiento del orujo de oliva de dos fases mediante compostaje”. *Revista de Ciencia y Técnica* 101, pp. 12-17.

Filippin, A. J.; Pozzi, M. T.; Luna, N. (2014). “Tecnología de Tratamiento de Residuos del Olivar para Obtener Compost y la Viabilidad de su Aplicación”. *Ambiens -Revista Iberoamericana Universitaria en Ambiente, Sociedad y Sustentabilidad. 1*. En prensa.

Moreno, E.; Quevedo-Sarmiento, J. y Ramos Comerzana, A. (1990). “Antibacterial activity of wastes waters from olive oil mills”. *Encyclopedia of Environmental control Tecchnology*, pp.731-757.

Maestro-Duran, R., Borja Padilla, R. y Martín Martín, Fiesta Ros de Ursino, J.A. y Alba Mendoza, J. (1991). *Biodegradación de los compuestos fenólicos en el alpechín Grasas y Aceites*, 42 (4), pp. 271-276.

Martínez, M. L., Moiraghi, L., Agnese, M., Guzmán, C. (2003). “Making and some properties of activated carbon produced from agricultural industrial residues from Argentine”. *The Journal of the Argentine Chemical Society*, 91, pp.103-108. 2003.

Herrera, G. (1990). “Análisis Químicos de Suelos y Agua. Dirección de Recursos Humanos” Instituto de Evaluación de Suelos (CIRN) INTA. Castelar.

Rodríguez, G.; Rodríguez, R.; Fernández Bolaños, J.; Guillén; Jiménez, A. (2007). “Antioxidant activity of effluents during purification of hidroxityrosol and 3, 4 Dihydroxydroxyphenylglycol LWT”. *Food Sciencia and Technology*, 224, pp.733-741.

Varnero, María T.; Galleguillos, K.; Rojas, R. (2011). “Sistemas de Compostaje para el Tratamiento de Alpeorujo”. *Información Tecnológica* 22(5), pp. 49-56.

Zucconi, F., Mónaco, A.; Forte, M.; de Bertoli, M. (1985). *Phytotoxina during the stabilización of organic matter. Composting of Agricultural and other wastes*.