



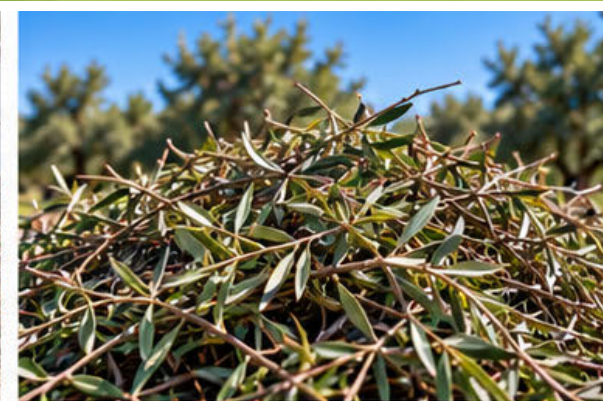
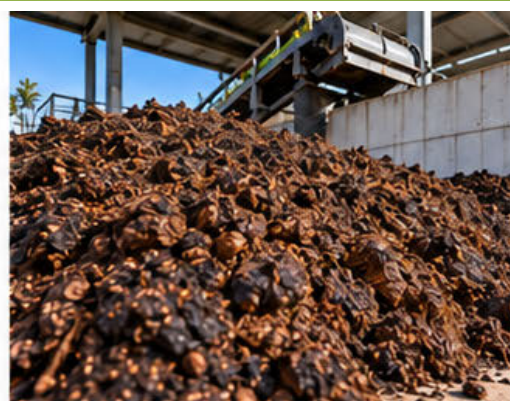
COMPETI^Qlivar



MEJORA DE LA COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD
AMBIENTAL DEL OLIVAR TRADICIONAL DE LA
COMARCA DE SEGURA

Colección de fichas informativas **LÍNEA 2**

Valorización de subproductos del sector oleícola y forestal
para generar biochar y compost



SERIE 1- COMPOST

1. Una materia prima gratuita y casi ilimitada
2. La magia del compostaje
3. Recomendaciones de abonado



SERIE 2- BIOCHAR

4. Un gran aliado para el suelo... y el bolsillo
5. Cocinando carbono: Tecnologías disponibles
6. Las mil y una vidas del biochar



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

SECRETARÍA GENERAL
PARA EL RETO DEMOGRÁFICO

DIRECCIÓN GENERAL
DE POLÍTICAS CONTRA
LA DESPOBLACIÓN



UNA MATERIA PRIMA GRATUITA Y CASI ILIMITADA

El recurso

Además del aceite, el sector oleícola produce alperujo, hojín y ramillas, hueso, orujillo y restos de poda. En la Comarca de Sierra de Segura se suma una cantidad importante de biomasa forestal.



El **ALPERUJO** es el subproducto de las almazaras de 2 fases formado por agua y fracciones sólidas de la aceituna (pulpa, piel y hueso), que aún contiene una cantidad significativa de materia orgánica, carbono y nutrientes.



El potencial

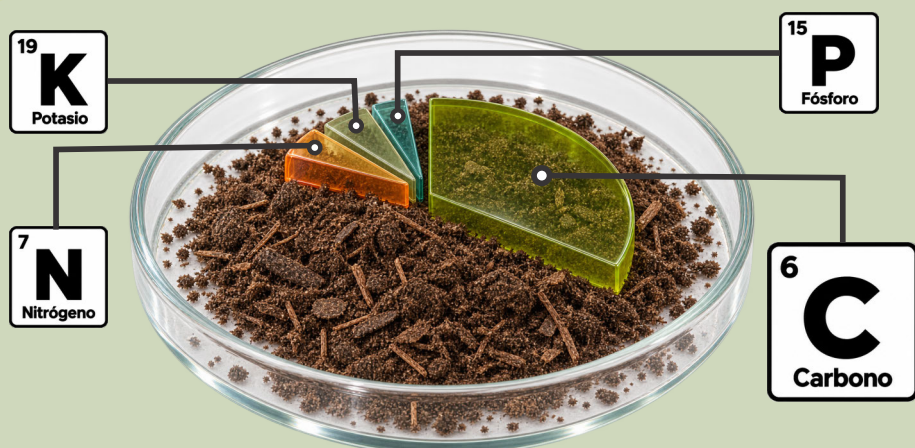
Considerando que **cada tonelada de aceituna molturada genera aproximadamente 800 kg de alperujo fresco**, ¿qué cantidad se produce en nuestros olivares cada año?

Nada menos que 4,3 millones de toneladas en Andalucía, de las cuales 1,8 millones corresponden a la provincia de Jaén y alrededor de **102.000 toneladas a la Comarca de Sierra de Segura**.

Fuentes: Junta de Andalucía (AGAPA) y Delegación de Agricultura de Jaén



El retorno al suelo



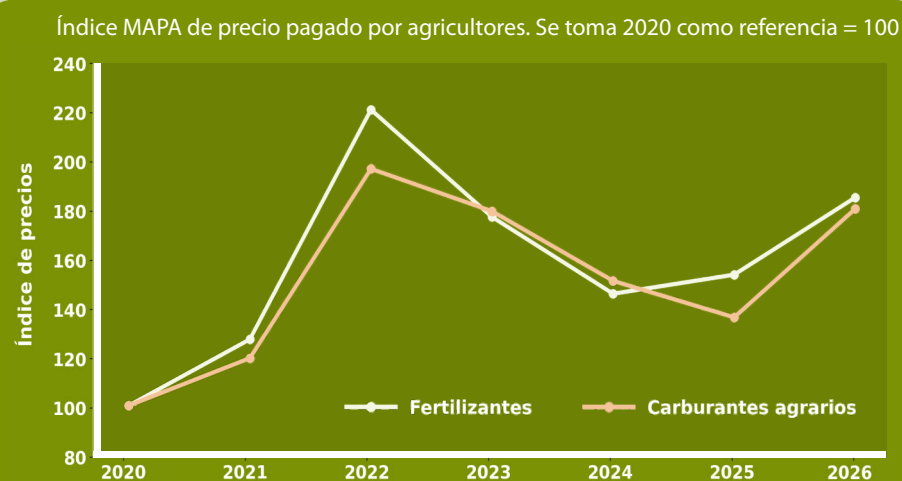
Fuente: Universidad de Jaén (Gómez-Muñoz et al., 2011 y 2013)

Una vez compostado, el alperujo se convierte en un **recurso de gran interés agronómico**. Aproximadamente, un 31 % de su materia seca es carbono (C), mientras que contiene alrededor de un 1,7 % de potasio (K), un 1,5 % de nitrógeno (N) y un 0,4 % de fósforo (P).

Imaginemos que compostásemos todo el alperujo generado durante un año en la Comarca de Sierra de Segura. Obtendríamos, de forma conservadora, unas 25.000 toneladas de materia seca. Si toda esa materia pudiera reincorporarse a los suelos del olivar, **estaríamos devolviendo al sistema aproximadamente 7.700 toneladas de C, 430 toneladas de K, 375 toneladas de N y 100 toneladas de P**.

¿Cómo se beneficia el agricultor?

Muy sencillo. Si consideramos el conjunto de la Comarca, el aprovechamiento del alperujo compostado podría suponer un ahorro superior a 1,1 millones de euros al año, equivalente a un **ahorro de 31 € por hectárea de olivar en fertilizantes minerales NPK**.



Fuentes: MAPA (2026), AgrYCo (2026)

Además, **el aporte de carbono** en forma de materia orgánica mejora las propiedades físicas, químicas y nutricionales del **suelo**, el **patrimonio más valioso del agricultor**.

- Mejora la fertilidad** y la capacidad de intercambio del suelo.
- Aumenta la retención de agua** y la resistencia frente a periodos secos.
- Mejora la estructura** y la agregación del suelo.
- Reduce la erosión** y la pérdida de suelo.
- Retiene y recicla nutrientes**, reduciendo las pérdidas por lixiviación.
- Favorece la actividad y la diversidad microbiana** del suelo.
- Reduce progresivamente la dependencia** de fertilizantes minerales.
- Aumenta el carbono orgánico del suelo** y favorece su almacenamiento a largo plazo.

Otro posible destino del alperujo seco, menos extendido que su uso como fertilizante orgánico, es su valorización termoquímica para producir biochar y energía. Pero de eso hablaremos con más detalle en otro póster de la Serie 2.

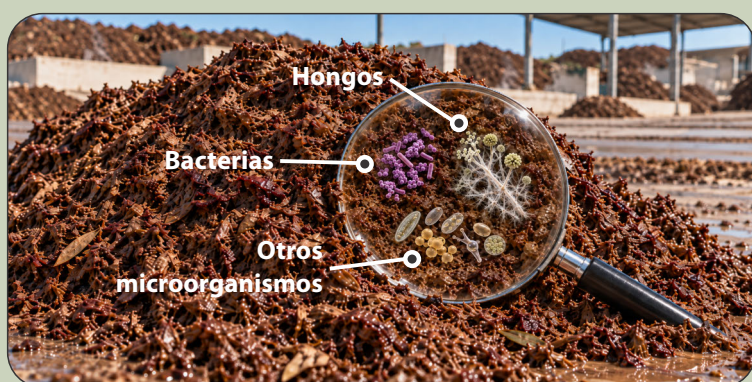
LA MAGIA DEL COMPOSTAJE

¿Por qué compostar?

Aunque el alperujo es rico en materia orgánica y nutrientes, recién salido de la almazara todavía **no es un fertilizante estable**. Contiene **compuestos como polifenoles, ácidos orgánicos y grasas que pueden resultar fitotóxicos** y afectar a las raíces, a la germinación y a la actividad de los microorganismos del suelo. El compostaje permite que estos compuestos se degraden, estabiliza la materia orgánica y transforma el alperujo en un producto maduro y seguro para el suelo.

Aplicarlo directamente, sin este proceso previo, podría provocar **efectos negativos sobre los cultivos y desequilibrios biológicos** en el suelo, especialmente cuando se utilizan cantidades elevadas.

Fuente: Albuquerque et al., 2006. Chemosphere 64: 470–477



El compostaje es un proceso biológico controlado en el que **bacterias, hongos y otros microorganismos transforman los residuos orgánicos** en un material más homogéneo y parecido al **humus**. Para que avance correctamente es necesario mantener unas condiciones adecuadas de humedad, oxígeno y temperatura.

Las pilas se **voltean periódicamente** para airearlas, repartir la humedad y el calor y evitar zonas sin oxígeno que frenarían el proceso. El compostaje puede prolongarse varios meses, dependiendo del tamaño de las pilas, la mezcla de materiales, la aireación y las condiciones ambientales, hasta obtener un fertilizante orgánico de gran calidad listo para incorporarse al suelo.

¿En qué consiste el compostaje?

¿Se te ocurre una manera más barata y eficiente de fertilizar el olivar que devolverle los nutrientes que él mismo generó?

Los factores clave

Humedad



Los microorganismos necesitan agua y oxígeno para descomponer la materia orgánica. Un exceso de agua desplaza el aire de la pila, reduce el oxígeno y ralentiza el compostaje. Por eso, el alperujo muy húmedo debe mezclarse con **materiales secos y estructurantes** que absorban humedad y favorezcan la aireación.

Aireación



El compostaje necesita oxígeno. Una pila demasiado compacta puede generar zonas anaerobias, malos olores y una descomposición más lenta. Los **volteos y una buena estructura** mantienen la pila aireada.

Equilibrio carbono/nitrógeno



Los microorganismos necesitan carbono como fuente de energía y nitrógeno para crecer. **Mezclar el alperujo con poda triturada, paja u otros restos vegetales** ayuda a conseguir un equilibrio adecuado y favorece el proceso.

Temperatura



La actividad microbiana hace que la pila se caliente. Alcanzar temperaturas elevadas indica que el proceso está activo y contribuye a **reducir la presencia de semillas de malas hierbas y microorganismos indeseables**. Después, la temperatura desciende progresivamente.

Estructura de la pila



Una mezcla demasiado fina o compacta dificulta la entrada de aire. Incorporar **materiales fibrosos** crea espacios entre partículas y facilita la circulación del oxígeno.

Volteos



Voltear la pila **redistribuye humedad, oxígeno y temperatura**, evitando zonas demasiado secas, húmedas o compactadas. Además, **reactiva la actividad microbiana**, reduce el riesgo de fermentaciones anaerobias y favorece un compostaje más rápido y homogéneo.

Tiempo y maduración



El compost no está listo cuando deja de calentarse. Necesita una **fase final de maduración** en la que se estabiliza la materia orgánica y se obtiene un **producto más seguro y adecuado** para el suelo.

La planta de compostaje, paso a paso



RECOMENDACIONES DE ABONADO

¿Cuánto compost necesita mi olivar?

No existe una dosis única válida para todos los olivares. **Las necesidades de nutrientes cambian** según la edad de los árboles, la densidad de plantación, la cosecha obtenida, la fertilidad del suelo y el manejo en secano o regadío.

Como **referencia sencilla** para una fertilización con compost de alperujo, puede utilizarse esta regla práctica: **≈ 1 kg de compost de alperujo por cada kg de aceituna producido**. Por ejemplo, un olivar que cosecha 5.000 kg de aceituna por hectárea podría recibir en torno a 5 toneladas de compost de alperujo por hectárea y año.



Ten en cuenta que esta recomendación es solo una orientación general. La dosis más adecuada debe ajustarse a la producción real del olivar y, siempre que sea posible, a los resultados de los análisis de suelo y hoja.

¿Cuál es el momento y la frecuencia óptima de aplicación?



EJEMPLO

Para un olivar con una producción aproximada de 5.000 kg de aceituna por hectárea, podría aplicarse una dosis de 10 toneladas cada dos años, en lugar de repartirla en aplicaciones anuales.

El alperujo compostado suele estar disponible a finales del verano, antes del inicio de una nueva campaña oleícola. Como sus nutrientes se liberan lentamente, existe bastante flexibilidad para incorporarlo al suelo, siendo el **otoño y el invierno periodos especialmente adecuados** para su aplicación.

Siempre que sea posible, lo más recomendable es realizar **un aporte cada año**. Esta frecuencia permite ajustar la cantidad aplicada en función de la producción de aceituna obtenida, las necesidades de la finca y la disponibilidad y el precio del compost en cada campaña. Si no resulta práctico aplicarlo anualmente, **puede espaciarse el aporte y concentrar en una sola aplicación la cantidad correspondiente a dos años**.

¿Dónde conviene aplicar el compost?

Una opción práctica es distribuir el compost de alperujo por **la entrecalle**, ya que así su aplicación puede **mecanizarse con facilidad**. También puede aplicarse **bajo la copa**, una opción especialmente interesante en olivares jóvenes o con riego localizado, donde interesa **concentrar el compost cerca de las raíces más activas**.

Como referencia, en una finca con una producción de aceituna de 5.000 kg/ha y una densidad de 150 olivos/ha, una dosis de 5 t/ha equivaldría a unos 33 kg de compost por árbol.



¿Cómo debería aplicar el compost?



El alperujo compostado puede aplicarse mediante un **esparcidor de estiércol**, que permite distribuirlo de forma rápida y uniforme.

Siempre que sea posible, conviene **repartirlo homogéneamente sobre la superficie del suelo**, evitando acumulaciones excesivas en puntos concretos. Una distribución uniforme favorece que la materia orgánica y los nutrientes lleguen a una mayor superficie del olivar, contribuyendo progresivamente a mejorar la fertilidad, la estructura y la capacidad del suelo para retener agua.

Una consideración importante

Durante los primeros años de aplicación, buena parte de los nutrientes del alperujo compostado permanece ligada a la materia orgánica y se libera de forma gradual. Por ello, **el compost no sustituye inmediatamente toda la fertilización del olivar**. Durante este periodo **puede ser conveniente complementarlo con fertilizantes de disponibilidad más rápida**, preferentemente orgánicos, como estiércol de gallina bien compostado o fertilizantes ricos en nitrógeno, como los elaborados a partir de harina de sangre. A medida que aumenta la fertilidad del suelo y se mantienen las aplicaciones de alperujo compostado, la fertilización complementaria puede reducirse progresivamente, siempre ajustándola a las necesidades del olivar.



FICHA INFORMATIVA 4

Serie 2: BIOCHAR

LÍNEA 2 : Valorización de subproductos del sector oleícola y forestal para generar biochar y compost

UN GRAN ALIADO PARA EL SUELO... Y EL BOLSILLO

Mucho más que un carbón vegetal

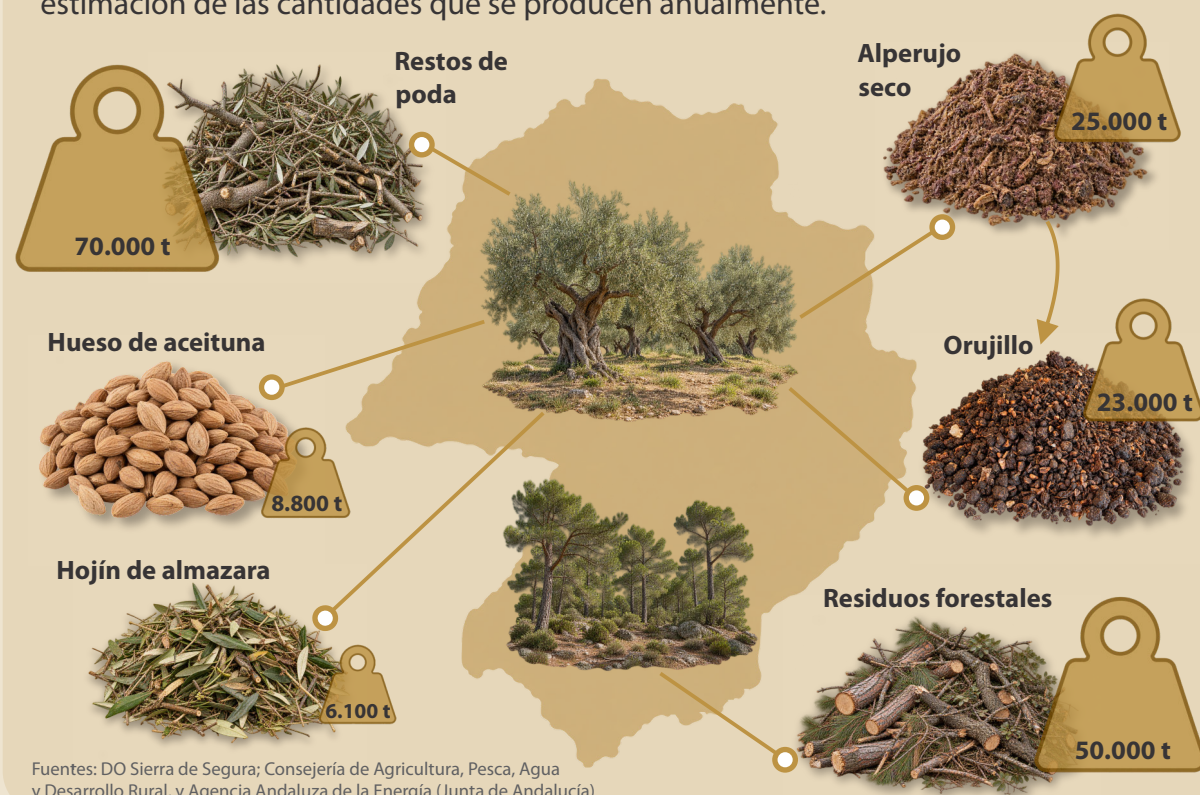
El biochar es un material sólido, negro y rico en carbono que se obtiene al **calentar una biomasa vegetal con muy poco oxígeno, evitando que llegue a quemarse completamente**. Este proceso permite transformar una gran variedad de materiales vegetales, que a menudo se consideran residuos o subproductos de escaso valor, en un **producto útil, con nuevas propiedades, múltiples aplicaciones y un alto valor añadido**.

Aunque a simple vista puede parecer un carbón vegetal, el biochar es mucho más que eso. Su estructura contiene una **gran cantidad de poros microscópicos** capaces de retener agua, nutrientes y otras sustancias. Cuando se incorpora al suelo, estos poros funcionan como pequeños **espacios de almacenamiento** y pueden servir también de refugio para los microorganismos.



Un origen muy diverso

Técnicamente puede producirse biochar a partir de casi cualquier biomasa vegetal suficientemente seca o que pueda acondicionarse. A continuación, repasaremos las principales **materias primas disponibles en la Comarca de la Sierra de Segura** que podrían utilizarse para producir biochar, junto con una estimación de las cantidades que se producen anualmente.



Cada materia prima da lugar a un biochar con aspecto y propiedades diferentes. El tamaño de partícula, el color, la porosidad, el contenido en carbono y otras características dependen tanto de la biomasa de origen como de otros factores que repasaremos a continuación.



Los factores que determinan el proceso

La cantidad de biochar obtenida y sus propiedades (tamaño de grano, color, porosidad, superficie específica, pH, contenido mineral y estabilidad del carbono, etc) dependen de diversos factores.

Tipo de biomasa Determina la cantidad de carbono, minerales y cenizas.	Humedad inicial Condiciona el secado y la eficiencia del proceso.	Temperatura Determina el carbono, la porosidad y el pH.	Duración de la pirólisis Afecta al grado de carbonización.
Disponibilidad de oxígeno Pirólisis (sin oxígeno), gasificación (con poco oxígeno).	Tamaño de partícula Influye en el calentamiento y la uniformidad.	Velocidad de calentamiento Modifica la cantidad y la estructura del biochar.	Tecnología utilizada Determina el calentamiento y el aprovechamiento energético.

Poda de olivo seca + pirólisis a alta temperatura (≈650–700 °C). Biochar muy carbonizado, ligero, poroso, alcalino y muy estable. Se obtiene menos cantidad, pero contiene más carbono y permanece durante más tiempo en el suelo.	Alperujo seco + pirólisis a baja temperatura (≈350–400 °C). Biochar más denso, menos poroso, con más compuestos volátiles y nutrientes minerales. Se obtiene más cantidad pero menor estabilidad del carbono.
--	---

Una larga lista de beneficios

Aparte de sus **beneficios agronómicos y ambientales** (mejora del suelo y su fertilidad, mayor capacidad para retener agua y nutrientes, estímulo de la microbiota y las raíces, mayor resiliencia frente a la sequía, almacenamiento de carbono a largo plazo, reducción de pérdidas de nutrientes y emisiones, menor erosión y reducción de la dependencia de fertilizantes), el biochar puede aportar también importantes **BENEFICIOS ECONÓMICOS**.



Un **crédito de carbono** equivale a 1 tonelada de CO₂ retirada de la atmósfera o que dejó de emitirse. El biochar puede generar créditos al almacenar carbono de forma estable, siempre que este secuestro sea verificado y certificado por una entidad autorizada.



Ejemplo orientativo:
Rendimiento del 20 % sobre poda seca. Se estiman 2–3 t de CO₂ neto certificable por tonelada de biochar. Los 100–150 €/ha representan una estimación del retorno económico neto por créditos de carbono, considerando los costes asociados al proceso.

FICHA INFORMATIVA 5

Serie 2: BIOCHAR

LÍNEA 2 : Valorización de subproductos del sector oleícola y forestal para generar biochar y compost

COCINANDO CARBONO: TECNOLOGÍAS DISPONIBLES

La misma biomasa, distintos caminos

Los restos de poda, el hueso de aceituna, el orujillo y otras biomásas vegetales pueden transformarse en biochar mediante diferentes tecnologías de carbonización. No todas persiguen el mismo objetivo: **algunas priorizan la producción de biochar, mientras que otras permiten aprovechar la energía contenida en la biomasa**. La elección depende de la cantidad y características del material, la inversión disponible y el uso previsto de los productos obtenidos.

La preparación de la biomasa es decisiva. Su humedad y tamaño de partícula condicionan la eficiencia del proceso y las propiedades del biochar obtenido. Por ejemplo, el alperujo suele necesitar un secado previo, mientras que muchos equipos automatizados requieren materiales triturados y de tamaño uniforme. Estas operaciones pueden representar una parte importante de los costes de producción.



Dos tecnologías industriales disponibles

PIRÓLISIS

Cuando la biomasa se calienta sin oxígeno a temperaturas de **500–600 °C**, se obtiene principalmente **biochar**, junto con gases y vapores que, al enfriarse, pueden transformarse en un líquido llamado **bioaceite**.

Es una tecnología especialmente interesante cuando se pretende **priorizar la producción de biochar y aprovechar su potencial agronómico y de almacenamiento de carbono**.



Estas tecnologías pueden reportar beneficios económicos a las almazaras:

Fuente: IDES (Universidad de Jaén)



Menos gasto eléctrico:

la gasificación puede cubrir hasta el 80 % del consumo eléctrico de una almazara.



Calor que ahorra dinero:

gracias al aprovechamiento de la energía térmica para secar alperujo y hueso de aceituna.



Menos costes de transporte:

tratar el alperujo en la propia almazara puede ahorrar unos 6 € por tonelada.



Más fuentes de ingresos:

venta de biochar, electricidad sobrante y créditos de carbono certificados (véase ficha 4)

GASIFICACIÓN

Cuando la biomasa se calienta a temperaturas muy altas (**700–1.000 °C**) con poco aire, se transforma en un gas combustible que puede utilizarse para producir **calor y electricidad**. Este proceso se llama gasificación.

También puede obtenerse un residuo sólido que, si cumple los requisitos de calidad, puede utilizarse como **biochar**.



Soluciones para pequeños olivares

Los restos de poda del olivar pueden transformarse en biochar sin necesidad de grandes instalaciones industriales. Aquí te mostramos cinco opciones especialmente interesantes.

1

Hornos cónicos Kon-Tiki

Recipientes metálicos abiertos que utilizan una cortina de llamas para limitar el contacto del carbón con el oxígeno. **Ideales para restos leñosos de poda seca.**



2

Bañeras o cubas metálicas

Hornos anchos y rectangulares, que funcionan también mediante una cortina de llamas. **Ideales para ramas largas sin triturar.**



3

Retortas y hornos de bidones

Equipos cerrados que calientan la biomasa con calor externo y un aporte mínimo de oxígeno. **Ideales para restos de poda y biomasa leñosa seca.**



4

Gasificadores portátiles

Pequeños gasificadores que aprovechan los gases liberados para producir calor y biochar. **Ideales para astillas y otros materiales secos.**



5

Pirolizadores portátiles

Sistemas mecanizados que permiten compartir maquinaria entre cooperativas o grupos de agricultores. **Pueden trabajar con cualquier resto vegetal.**



Antes de encender, infórmate

En Andalucía, los **requisitos para utilizar fuego** dependen del lugar, la época del año y el tipo de actividad.



Producir biochar no equivale necesariamente a una quema ordinaria de poda. Consulta previamente los permisos y condiciones aplicables, especialmente en terrenos forestales y zonas próximas a ellos.

Utiliza siempre biomasa limpia, controla las emisiones y dispón de medios para prevenir y extinguir incendios. Una vez finalizado el proceso, comprueba que el biochar esté completamente apagado y frío antes de manipularlo o almacenarlo, y evita los vertidos incontrolados del agua de enfriamiento.

Recuerda: la seguridad no termina al apagar las llamas.



FICHA INFORMATIVA 6

Serie 2: BIOCHAR

LÍNEA 2 : Valorización de subproductos del sector oleícola y forestal para generar biochar y compost

LAS MIL Y UNA VIDAS DEL BIOCHAR

Mucho más allá del olivar

El biochar ofrece posibilidades que van mucho más allá de la mejora del suelo. Su estructura porosa, su capacidad para retener sustancias y la estabilidad de su carbono lo convierten en un material de gran versatilidad. Sin embargo, sus propiedades varían según la biomasa de origen, las condiciones de producción y los tratamientos posteriores. Por eso, **no todos los biochars sirven para lo mismo**: sus diferentes características permiten aprovecharlos con distintas finalidades.

Del campo a la industria, estas son algunas de sus numerosas aplicaciones que ya son una realidad.



Debido a los importantes beneficios que aporta al suelo y que repasamos en la ficha 4, el biochar se utiliza como integrante de **sustratos de cultivo y mezclas con compost**. Sus efectos dependen del suelo, la dosis y las características del biochar, por lo que **no sustituye automáticamente a los fertilizantes**.

Una de las aplicaciones más ingeniosas del biochar es su utilización en **hidroinfiltradores**, una tecnología patentada por la Universidad de Granada. Estos dispositivos, formados por una malla permeable rellena principalmente de biochar, se instalan semienterrados junto a los árboles para captar el agua de lluvia, riego y escorrentía y facilitar su infiltración en profundidad. Allí, **el biochar actúa como una esponja que retiene parte del agua**, mientras las raíces pueden penetrar entre sus partículas y aprovechar la humedad almacenada. Así **se reducen las pérdidas por evaporación y escorrentía**, favoreciendo el aprovechamiento del agua por parte de los árboles.

Los resultados son asombrosos. En un ensayo realizado en un olivar de Baena (Córdoba), los investigadores registraron casi el **triple de humedad en el suelo a 20 cm de profundidad** y un **incremento del 211 % en la producción de aceituna** respecto a los olivos control.

Fuente: Rojano-Cruz et al. (2023). Geoderma, 438, 116623

AGRICULTURA



GANADERÍA

Añadido a las camas ganaderas, estiércoles y purines, el biochar retiene humedad y nutrientes y contribuye a **reducir determinados olores y emisiones**. También puede mezclarse con alperujo y otros residuos orgánicos durante el compostaje, favoreciendo la aireación y la **conservación del nitrógeno**. El resultado es una enmienda orgánica enriquecida con biochar.



DEPURACIÓN DE AGUAS



Determinados biochars pueden utilizarse como **materiales filtrantes** capaces de retener metales, compuestos orgánicos y otros contaminantes de las aguas residuales. Para mejorar su eficacia pueden necesitar tratamientos de activación. Los filtros requieren mantenimiento y el material saturado debe gestionarse adecuadamente.



RECUPERACIÓN DE SUELOS

El biochar puede **inmovilizar ciertos metales pesados y otros contaminantes**, reduciendo su movilidad y biodisponibilidad y, en consecuencia, su absorción por las plantas. Ahora bien, inmovilizar no significa eliminar: los contaminantes pueden permanecer en el suelo y deben vigilarse a largo plazo.



CONSTRUCCIÓN

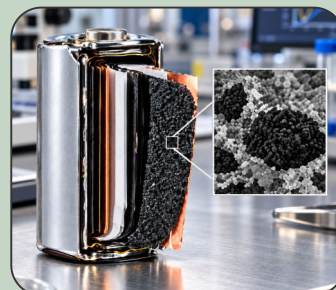


El biochar puede incorporarse a **cementos, morteros, asfaltos, ladrillos y materiales compuestos**, modificando propiedades como el aislamiento térmico o el comportamiento frente a la humedad. Además, permite incorporar carbono estable a productos de larga duración.



USOS INDUSTRIALES

En acerías y otras industrias, el biochar puede **sustituir parcialmente al carbón fósil como combustible**, necesario para determinados procesos. Esta alternativa puede reducir las emisiones de origen fósil, pero exige productos con características específicas y todavía presenta limitaciones para su aplicación a gran escala.



NUEVAS TECNOLOGÍAS



Mediante tratamientos especiales, el biochar puede transformarse en **materiales ricos en carbono para fabricar electrodos de baterías, supercondensadores y otros dispositivos electrónicos**. Son aplicaciones emergentes que exploran nuevas oportunidades de alto valor añadido para los residuos vegetales.

Las plantas captan CO₂ de la atmósfera. Al transformar sus restos en biochar y aplicarlo al suelo o incorporarlo a materiales duraderos, parte de ese carbono permanecerá **almacenado durante décadas o siglos, en lugar de regresar rápidamente al aire**. Así, el biochar ayuda a retirar CO₂ de la atmósfera y **frenar el cambio climático**.

Pero no todos los usos del biochar permiten almacenar carbono de forma duradera. Cuando se utiliza como combustible, ese carbono regresa a la atmósfera, aunque pueda sustituir al carbón fósil. Por eso, tan importante como producir biochar es saber qué hacer con él.

La clave no está en producir por producir, sino en elegir el destino que aporte más valor.

Un aliado frente al cambio climático





COMPETIOliver



MEJORA DE LA COMPETITIVIDAD Y SOSTENIBILIDAD
AMBIENTAL DEL OLIVAR TRADICIONAL DE LA
COMARCA DE SEGURA

Colección de fichas informativas LÍNEA 2

Valorización de subproductos del sector oleícola y forestal
para generar biochar y compost

Esta colección reúne contenidos divulgativos para acercar, de forma clara y práctica, las oportunidades que ofrecen el compostaje del alperujo y la producción y uso del biochar en el sector del olivar.

Su objetivo es contribuir a una gestión más sostenible de los subproductos oleícolas y forestales, favoreciendo la mejora del suelo, la reducción de costes y la valorización de recursos del territorio.



Proyecto COMPETIOliver · Línea 2
Universidad de Jaén · AgroecoliveLab