

Fabricación de carbón vegetal por pirólisis

Autor: EA4IPV

Fecha: 21/03/2026

Categoría: Química Práctica

Etiquetas: Sin etiquetas

Fabricación de carbón vegetal por pirólisis

El carbón vegetal es uno de los materiales más versátiles que pueden producirse con tecnología simple. Se utiliza como combustible de alta temperatura para herrería y metalurgia, como filtro para purificación de agua, como enmienda agrícola (biochar), como ingrediente en pólvora negra y como adsorbente para eliminar olores y toxinas. Su fabricación se basa en un proceso químico llamado pirólisis.

¿Qué es la pirólisis?

La pirólisis es la descomposición térmica de materia orgánica en ausencia de oxígeno (o con oxígeno muy limitado). Cuando la madera se calienta por encima de 300 °C sin acceso libre de aire, sus componentes principales (celulosa, hemicelulosa y lignina) se descomponen en:

Carbón vegetal (sólido): principalmente carbono puro (60-90% dependiendo de la temperatura y el proceso).

Alquitrán de madera (líquido): mezcla de compuestos orgánicos incluyendo ácido acético, metanol, acetona y fenoles.

Gases (volátiles): monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e hidrógeno (H₂).

Fases de la pirólisis de madera

Temperatura	Proceso	Qué ocurre
-------------	---------	------------

20-150 °C Secado Se evapora el agua contenida en la madera. No hay descomposición química.

150-275 °C Pre-pirólisis Comienza la descomposición de la hemicelulosa. Se liberan vapor de agua, CO₂ y ácido acético. El proceso es endotérmico (absorbe calor).

275-350 °C Pirólisis activa Descomposición rápida de celulosa y hemicelulosa. Se liberan grandes cantidades de gases y alquitrán. El proceso se vuelve exotérmico (genera su propio calor).

350-500 °C Pirólisis secundaria Descomposición de la lignina. Los gases volátiles se reducen. El carbón se consolida.

500+ °C Carbonización final El carbón pierde los últimos volátiles. A mayor temperatura, mayor contenido de carbono puro y mayor dureza.

Selección de madera

No toda la madera produce carbón de la misma calidad:

Maderas duras (roble, encina, haya, arce): producen carbón denso, de larga duración y alto poder calorífico. Son las preferidas para herrería y cocina. Rendimiento: 20-25% del peso original.

Maderas blandas (pino, abeto, sauce): producen carbón más ligero y poroso. Se enciende más fácil pero dura menos. Útil para filtración (más poroso). Rendimiento: 15-20%.

La madera debe estar seca: contenido de humedad inferior al 20% idealmente. Madera verde requiere mucha más energía para secar antes de pirolizar, reduciendo la eficiencia.

Método 1: Fosa en el suelo (método tradicional)

El método más antiguo y simple. Utilizado durante milenios por carboneros en todo el mundo.

Paso 1: Cavar una fosa de 1 metro de profundidad y 1-2 metros de diámetro en suelo arcilloso o compacto. Evitar suelos arenosos que permiten entrada de aire.

Paso 2: Apilar la madera cortada (trozos de 30-50 cm) verticalmente en la fosa, lo más apretados posible. Los huecos reducen el rendimiento.

Paso 3: Encender la madera desde arriba y dejar que arda libremente durante 15-20 minutos hasta que se forme una buena cama de brasas en la superficie.

Paso 4: Cubrir con una capa de hojas verdes o hierba húmeda, seguida de una capa de tierra de 10-15 cm. Dejar pequeños orificios de ventilación.

Paso 5: Monitorear durante 12-24 horas. El humo debe ser tenue y azulado (no blanco denso, que indica demasiada combustión). Sellar orificios según sea necesario.

Paso 6: Cuando el humo casi cese, sellar completamente y dejar enfriar 24-48 horas antes de abrir.

Rendimiento: 15-20% en peso. Es el método menos eficiente pero no requiere ningún equipo.

Método 2: Barril metálico (método TLUD)

Más eficiente y controlable que la fosa. TLUD significa Top-Lit Up-Draft (encendido superior con tiro ascendente).

Paso 1: Conseguir un barril metálico de 200 litros. Perforar 8-10 agujeros de 2 cm en la base inferior para entrada de aire.

Paso 2: Llenar el barril con trozos de madera seca cortados para que quepan dentro del barril.

Paso 3: Encender la madera desde arriba (no desde abajo). Esto es clave: el fuego avanza hacia abajo consumiendo los gases volátiles antes de que escapen, mientras la madera debajo se piroliza por el calor radiante.

Paso 4: Cuando las llamas descendan hasta el fondo (2-4 horas dependiendo del tamaño), sellar los agujeros inferiores con tierra o tapones metálicos y colocar la tapa.

Paso 5: Dejar enfriar completamente (12-24 horas) antes de abrir.

Rendimiento: 20-30% en peso. Significativamente mejor que la fosa.

Método 3: Retorta (doble barril)

El método más eficiente. Una retorta es un contenedor sellado dentro de otro donde ocurre la combustión.

Se coloca un barril pequeño (sellado, lleno de madera) dentro de un barril grande.

Se enciende fuego en el espacio entre ambos barriles usando leña.

El calor penetra el barril interior, pirolizando la madera sin contacto con el fuego.

Los gases de pirólisis salen por un tubo del barril interior y se redirigen al fuego exterior, sirviendo como combustible adicional.

Rendimiento: 25-35% en peso. El mejor rendimiento posible con tecnología simple.

Calidad del carbón vegetal

Un buen carbón vegetal tiene las siguientes características:

Propiedad Carbón de buena calidad Carbón de mala calidad

Color Negro intenso uniforme Marrón, con zonas sin carbonizar

Sonido al golpear Metálico, como cerámica Sordo, como madera

Fractura Limpia, brillante, con coque Fibrosa, como madera

Peso Ligero (densidad 0,3-0,5 g/cm³) Pesado (todavía tiene mucha humedad o volátiles)

Contenido de carbono 75-90% Menos de 60%

Poder calorífico 29-33 MJ/kg Menos de 25 MJ/kg

Seguridad

Monóxido de carbono: la pirólisis produce grandes cantidades de CO, un gas inodoro y letal. NUNCA realizar el proceso en espacios cerrados.

Riesgo de incendio: trabajar lejos de vegetación seca y estructuras. Tener agua disponible.

Quemaduras: el carbón caliente puede reignitarse espontáneamente al exponerse al aire. Asegurarse de que esté completamente frío antes de almacenarlo.

Almacenamiento: el carbón vegetal recién hecho es pirofórico (puede auto-encenderse). Almacenar en un lugar fresco y seco, alejado de fuentes de calor.

Aplicaciones del carbón vegetal

Herrería: combustible preferido para fraguas de carbón. Alcanza 1.100 °C con soplado de aire.

Filtración de agua: el carbón activado (tratado con vapor a alta temperatura) adsorbe contaminantes orgánicos, cloro y metales pesados.

Agricultura (biochar): mejora la retención de agua y nutrientes del suelo. Un gramo de biochar tiene hasta 250 m² de superficie interna.

Medicina: el carbón activado se usa para tratar envenenamientos por ingestión.

Metalurgia: históricamente, fue el reductor principal para extraer hierro del mineral en hornos de reducción directa.

La producción de carbón vegetal es una habilidad fundamental de autosuficiencia. Transforma madera abundante en un combustible de alta energía almacenable indefinidamente, y su fabricación no requiere más que fuego, madera y paciencia.