

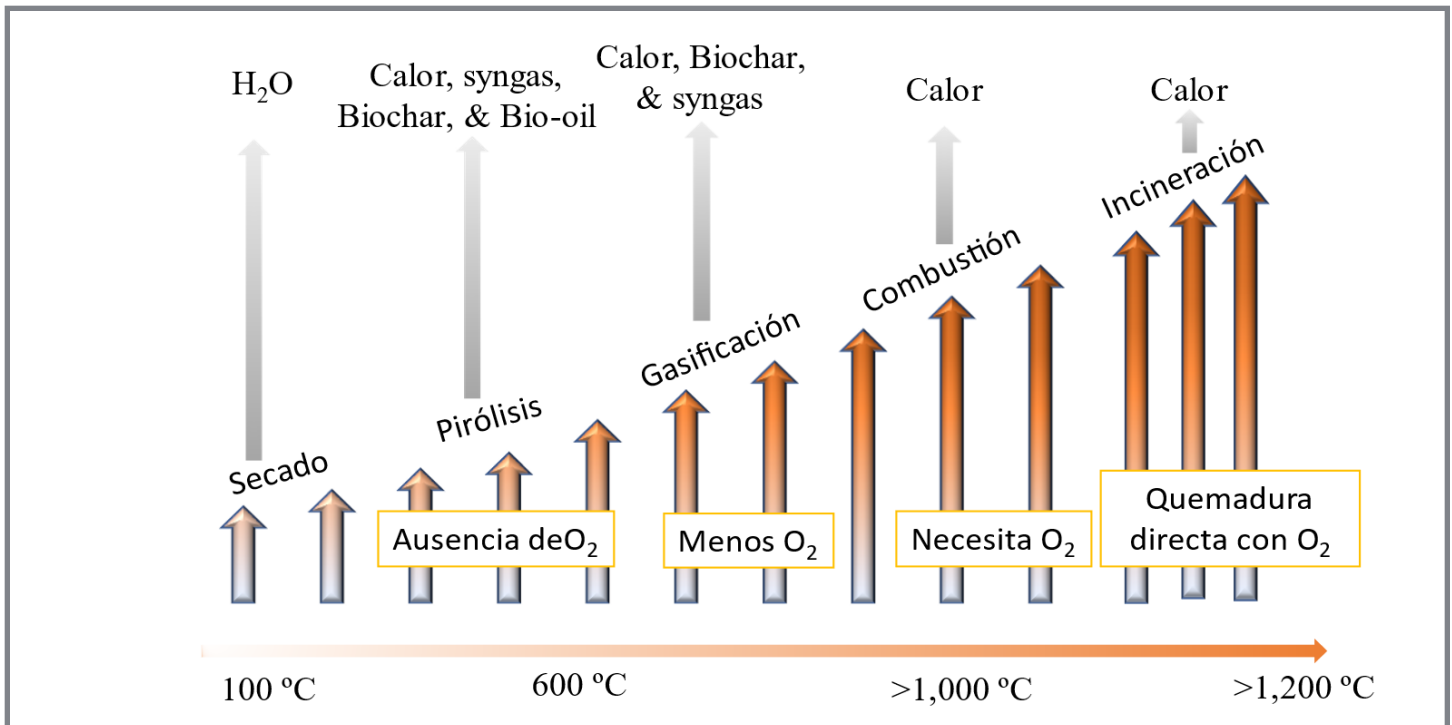
Uso de Procesos Termoquímicos Para el Manejo de Residuos Agrícolas

Introducción a los Procesos Termoquímicos:

A medida que las operaciones de tratamiento de desechos de aves de corral crecen en la región de Delmarva, los agricultores, transportistas y administradores enfrentan el desafío de manejar esta biomasa de baja humedad de una manera ecológica. El procesamiento termoquímico es una alternativa de conversión de desechos a energía que la aplicación en el campo, donde los materiales orgánicos sólidos de baja humedad se procesan para obtener productos de valor agregado, incluida la energía renovable. El procesamiento termoquímico incluye gasificación, pirólisis, combustión e incineración. Cada proceso no solo reduce el volumen total de biomasa, sino que también puede reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y crear productos beneficiosos con valor añadido.

Dependiendo del procesamiento termoquímico específico utilizado, se podrían formar los siguientes subproductos:

- ▶ **Biochar:** Un producto de carbono estable que mejora la salud del suelo, la retención de agua y actúa como sumidero de carbono.
- ▶ **Bio-oil:** Un líquido viscoso con aplicaciones potenciales en la producción de biocombustibles, procesos químicos y calefacción.
- ▶ **Syngas:** Una mezcla de gases compuesta principalmente por hidrógeno y monóxido de carbono, que sirve como fuente versátil de energía renovable.



Condiciones para las tecnologías de procesamiento termoquímico utilizadas para reducir el volumen de desechos con bajo contenido de humedad y producir calor, syngas para la producción de energía renovable, Biochar o Bio-oil. Ilustración de los autores.

Procesos y Productos Termoquímicos:

- ▶ **La gasificación** produce syngas, que puede utilizarse para calentar edificios, como gallineros, o en un generador para la producción de electricidad. Otros posibles subproductos de la gasificación son el Biochar (que puede aumentar la fertilidad del suelo), el alquitrán y las cenizas. La gasificación funciona a temperaturas elevadas, normalmente entre 1500 °F y 1800 °F (800 °C y 1000 °C).
- ▶ **El pirólisis** transforma la biomasa en un entorno privado de oxígeno. Los productos principales son el Bio-oil (un posible sustituto de los combustibles fósiles), el syngas y el Biochar. El pirólisis suele funcionar a temperaturas de entre 700 °F y 900 °F (350 °C y 550 °C).
- ▶ **La combustión** utiliza una exposición limitada al oxígeno para generar principalmente calor que puede utilizarse directamente para calentar o indirectamente para generar electricidad. El producto principal de este proceso es la ceniza. La combustión requiere temperaturas de entre 1500 °F y 1800 °F (800 °C y 1000 °C).
- ▶ **La incineración** consiste en quemar directamente residuos orgánicos para liberar energía que permita generar electricidad sin limitaciones de oxígeno. Puede ayudar a reducir el volumen de los residuos. Es importante señalar que la incineración requiere una gestión cuidadosa para evitar emisiones de contaminantes potencialmente peligrosos.

Impacto Ambiental y Sostenibilidad:

- ▶ **Gasificación:** Ofrece una producción de syngas más limpia con menos contaminantes, Biochar como enmienda del suelo y potencial para la captura de carbono cuando se produce más energía que la utilizada en el proceso.
- ▶ **Pirólisis:** Ayuda a reducir la emisión de ciertos gases de efecto invernadero al evitar la combustión completa y producir subproductos de Bio-oil y Biochar.
- ▶ **Combustión:** Emite CO₂, lo que podría considerarse carbono neutral ya que la biomasa absorbió el mismo CO₂ durante el crecimiento y puede producir energía renovable en el proceso. Toda la energía utilizada en el procesamiento y la infraestructura debe computarse en la contabilidad de carbono.

- ▶ **Incineración:** Dependiendo de la tecnología y los desechos procesados, puede generarse la emisión de diversos contaminantes. Mientras los incineradores municipales modernos están diseñados para minimizar estas emisiones, dichos controles generalmente no están disponibles y/o tienen un costo prohibitivo para operaciones a pequeña escala.

Cuando se utilizan desechos de aves de corral, desechos de madera y otros desechos agrícolas sólidos con bajo contenido de humedad en el procesamiento termoquímico, el principal contaminante que genera preocupación es el óxido nitroso (NOx). La gasificación tiene ventajas inherentes sobre la combustión y la incineración para el control de emisiones porque el syngas producido se produce a una temperatura y presión más altas durante la gasificación que los gases de escape producidos en la combustión. Estas temperaturas y presiones más altas permiten una eliminación más fácil de NOx, óxidos de azufre (SOx) y contaminantes trazas volátiles.

Eficiencia Energética y Áreas de Aplicación:

- ▶ **Gasificación:** Alta eficiencia energética, con amplias aplicaciones desde la generación de electricidad hasta la producción de combustibles líquidos y productos químicos utilizando el syngas producido.
- ▶ **Pirólisis:** El rendimiento energético depende de la temperatura del proceso; las temperaturas más altas producen Bio-oil de mayor calidad. Los productos de syngas, Biochar y Bio-oil tienen potencial para usarse en la producción de energía renovable, en la industria y en la mejora del suelo.
- ▶ **Combustión:** Eficiente en términos de producción de calor, pero requiere entornos controlados para aprovechar este calor de manera efectiva para utilizarlo directa o indirectamente en la producción de electricidad.
- ▶ **Incineración:** Predominantemente limitado a la producción de calor en pequeñas aplicaciones, con aplicaciones más grandes asociadas con el proceso de residuos sólidos municipales con controles de emisiones avanzados para reducir las emisiones de contaminantes nocivos.

Obstáculos y Complejidad Tecnológica:

Mientras son prometedores, cada método presenta una serie de desafíos. **Todos los métodos termoquímicos solo se pueden utilizar de manera eficiente con biomasa seca y no con sustratos húmedos, como el estiércol de vacas lecheras.**

- ▶ **Gasificación and Pirolisis:** Requieren configuraciones sofisticadas y tecnología avanzada. Los operadores avícolas que estén considerando la gasificación y el pirólisis necesitarán personal capacitado para mantener los procesos funcionando al máximo rendimiento, debido a la composición variable del estiércol de aves de corral.
- ▶ **Combustión:** La tecnología de combustión varía de básica a compleja, dependiendo de la eficiencia y el rendimiento deseados.
- ▶ **Incineración:** La opción menos intensiva tecnológicamente, pero con mayores preocupaciones medioambientales.

Comprender las Diferencias Entre el Procesamiento Termoquímico y la Digestión Anaeróbica

El procesamiento termoquímico y la digestión anaeróbica representan dos estrategias diferentes para la conversión de bioenergía y el aprovechamiento de la energía. Un enfoque termoquímico somete las materias primas (que van desde la madera hasta otras biomásas con bajo contenido de humedad, como el estiércol de las aves de corral) a altas temperaturas para reducir significativamente el volumen de desechos y facilitar la recuperación de energía, ya sea en forma de calor o electricidad. El procesamiento de gasificación y pirólisis utiliza un entorno de oxígeno controlado que da como resultado syngas, un gas versátil con aplicaciones en la generación de energía y la síntesis química. La combustión y la incineración implican la quema directa de desechos, predominantemente desechos sólidos municipales.

La digestión anaeróbica depende de una ruta biológica y utiliza microorganismos para descomponer materiales orgánicos en entornos privados de oxígeno. Este proceso produce biogás (una fuente de energía renovable rica en metano) y un residuo líquido rico en nutrientes llamado digestato que se utiliza como fertilizante beneficioso. Las instalaciones de digestión anaeróbica normalmente procesan biomasa con un mayor contenido de humedad,

como estiércol de vacas lecheras, desechos de alimentos y lodos de depuradora. La digestión anaeróbica se considera una tecnología más madura para los desechos agrícolas, ya que existen considerablemente más instalaciones de digestión anaeróbica en los Estados Unidos que unidades de gasificación y pirólisis.

Estado de la Tecnología y Necesidades de Investigación

El aprovechamiento de la energía de la biomasa con bajo contenido de humedad a través del procesamiento termoquímico puede reducir el volumen de desechos y disminuir la dependencia de los combustibles fósiles. Los productores de desechos con bajo contenido de humedad, como la industria avícola, pueden utilizar el procesamiento termoquímico en la granja o en la comunidad para reducir el volumen de desechos y crear una producción local de energía renovable. Como las aplicaciones tecnológicas en el sector agrícola aún están emergiendo, hay algunas áreas clave para la investigación y el avance tecnológico:

- ▶ **Aumentar la Eficiencia:** Aumentar la eficiencia de conversión reducirá las emisiones nocivas y aumentará las ganancias económicas.
- ▶ **Variaciones de la Materia Prima:** Aumentar la flexibilidad del procesamiento termoquímico ante cambios en la composición y el contenido de humedad de las materias primas utilizadas.
- ▶ **Valor del Biochar:** Comprender el valor agronómico del Biochar creado a partir de diversas materias primas y la capacidad del Biochar para unir nutrientes y mejorar la salud del suelo.
- ▶ **Emisiones Atmosféricas:** Reconociendo que los sistemas comerciales de procesamiento termoquímico operan bajo una variedad de condiciones operativas, que afectan el potencial de producir y emitir una amplia gama de contaminantes atmosféricos tóxicos, las emisiones atmosféricas deben ser monitoreadas de cerca para comprender el posible impacto ambiental.
- ▶ **Créditos de carbono:** Comprender el balance de carbono de diferentes aplicaciones de procesamiento termoquímico en función de la calidad de los productos creados (syngas, Biochar y Bio-oil) y la infraestructura utilizada para crear estos productos.

Información de Contacto

Para obtener más información sobre la serie de hojas informativas sobre la Tecnología de Residuos Animales y la Evaluación de la Tecnología de Residuos Animales de Maryland presentado por el Departamento de Agricultura de Maryland ir a <https://go.umd.edu/AWTF>

Financiación

Este material se basa en el trabajo apoyado por el Departamento de Agricultura de Maryland bajo la Subvención # MDA-2072-FY22.

AMRO
HASSANEIN

STEPHANIE
LANSING
slansing@umd.edu

DANIELLE
DELP

Esta publicación, *Uso de Procesos Termoquímicos Para el Manejo de Residuos Agrícolas* (FS-2023-0688), es parte de una colección producida por la Extensión de la Universidad de Maryland dentro el Colegio de Agricultura y Recursos Naturales.

La información presentada cumplió con los estándares de revisión por compañeros de la UME, incluido la revisión técnica interna y externa. Para obtener ayuda para acceder esta o cualquier publicación de la UME, póngase en contacto con:
itaccessibility@umd.edu

Para obtener más información sobre este y otros temas, visite el sitio web de la Extensión de la Universidad de Maryland: extension.umd.edu

Los programas, actividades e instalaciones universitarias están disponibles para todos, sin distinción de raza, color, sexo, identidad de género o expresión, orientación sexual, estado civil, edad, origen nacional, afiliación política, discapacidad física o mental, religión, estado de veterano protegido, información genética, apariencia personal o cualquier otra clase protegida legalmente.

Al citar esta publicación, utilice el formato sugerido a continuación:

Hassanein, A., Lansing, S., & Delp, D. (2024). *Uso de Procesos Termoquímicos Para el Manejo de Residuos Agrícolas* (FS-2023-0688). Extensión de la Universidad de Maryland. go.umd.edu/EBR-2023-0688.