

La relevancia del maíz como cultivo estratégico en España para la producción de bioenergía

Proyecto Sosmaíz para el aumento de la sostenibilidad de monocultivos de maíz

En la actualidad, existe una gran preocupación por el aumento en la concentración atmosférica de los denominados gases de efecto invernadero y por su impacto en el cambio climático (Aghaei y col., 2022). Por ello, identificar fuentes alternativas a los combustibles fósiles, principales responsables del aumento de dióxido de carbono (CO₂), es una prioridad estratégica para muchos gobiernos, especialmente en la Unión Europea. A esto se suma la necesidad de garantizar la independencia energética, por lo que a lo largo de estos últimos años se ha producido un crecimiento en la demanda de productos procedentes de la biomasa de los cultivos para su aprovechamiento energético, como una alternativa para satisfacer la cada vez mayor demanda de energía a nivel mundial (Padhan y col., 2023).

Entre las opciones más prometedoras se encuentra el aprovechamiento de los residuos de los cultivos, definidos como las partes no comestibles de las plantas que se dejan en el campo después de la cosecha. La idea de utilizar restos vegetales como materia prima para producir biocombustibles tiene un elevado potencial debido a la importante cantidad de residuos que se generan a nivel global, su bajo coste y a que no suponen una competencia directa con la producción de alimentos.

J. Villamayor¹, J. Álvaro-Fuentes², M. Alonso-Ayuso¹.

¹ Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, ITACYL. Valladolid.

² Estación Experimental de Aula Dei - CSIC. Zaragoza.

Uno de los cultivos con mayor potencial para el aprovechamiento energético de sus residuos es el maíz. Con una superficie cultivada de alrededor de 250.000 hectáreas, sus residuos podrían proporcionar un valor energético que equivaldría al consumo energético anual de aproximadamente 1,1 millones de hogares españoles. Sin embargo, es crucial identificar prácticas de manejo sostenible que permitan aumentar la sostenibilidad de estos sistemas.



La cantidad de residuos agrícolas producidos a nivel mundial se ha estimado en alrededor de 2.800 millones de toneladas anuales para cultivos cerealistas (Lal, 2004). Su valor energético es significativo: se ha estimado en 1,5 mil billones de kilocalorías, lo que equivale aproximadamente a 1.000 millones de barriles de diésel (Lal, 2005). Este enorme potencial convierte a los residuos agrícolas en una alternativa viable frente a los combustibles fósiles, pudiendo contribuir no solo a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero, sino también a garantizar una mayor seguridad energética global.

Entre los cultivos cuyos residuos se aprovechan con mayor frecuencia a nivel global para la producción de energía destacan cereales como el maíz, el trigo y el arroz, debido a la cantidad significativa de residuos que generan. Otros cultivos importantes en este ámbito son la caña de azúcar, cuyos bagazos son ampliamente utilizados para generar bioetanol y energía térmica, así como la soja y el girasol.

El maíz como recurso estratégico

Uno de los cultivos con mayor potencial para el aprovechamiento energético de sus residuos es el maíz. Esto se debe a varios factores clave: en primer lugar, su elevada productividad por hectárea en comparación con otros cultivos (**figura 1**), y su alto contenido en celulosa (35-45%), le confieren un notable valor como materia prima para la generación de bioenergía. En segundo lugar, los residuos de maíz tienen un poder calorífico de unas 3 millones de kilocalorías por tonelada, lo que equivale a la mitad del poder calorífico del carbón y a un tercio del diésel (Lal, 2005). Finalmente, es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial, sirviendo como fuente de alimento para millones de personas y animales. El maíz para grano se cultiva anualmente en una superficie global de unas 206 millones de hectáreas, lo que le convierte en el segundo cultivo más sembrado a nivel mundial, después del trigo, con una producción de 1.210 millones de toneladas (FAO, 2023). Además, las tendencias actuales apuntan a que, dado el estancamiento de la superficie cultivada de trigo, el maíz podría superarle en términos de superficie sembrada en 2030 (Grote y col., 2021).

En España, el cultivo de maíz también juega un papel destacado. Con una superficie cultivada de alrededor de 250.000 hectáreas, la producción en 2023 alcanzó los 3,3 millones de toneladas de grano, siendo las principales Comunidades Autónomas productoras, Castilla y León y Aragón, con 120.326 ha y 31.048 ha respectivamente. Aunque la superficie se ha mantenido estable en los últimos años, las campañas 2022 y 2023 estuvieron marcadas por condiciones de sequía severa que condujeron a una restricción de riegos en algunas regiones, lo

EXPOLIVA

14 al 17
MAYO
2025
ITEJA
JAÉN, SPAIN

ITEJA GEA CIB AGRICOLA

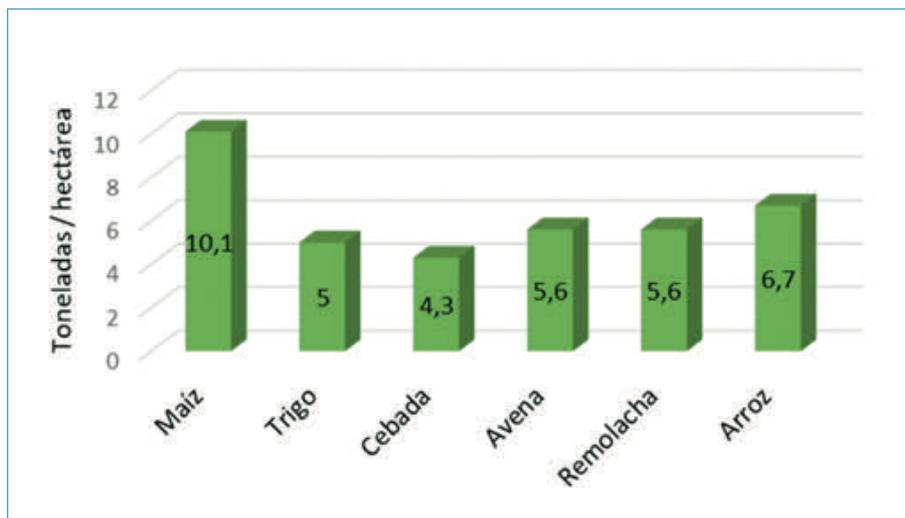


14
al
17
MAYO
MAY
2025
ITEJA
JAÉN, SPAIN

WWW.EXPOLIVA.INFO



FIG. 1 Cantidad de residuos agrícolas por cultivo (t/ha) (Wolf y Snyder, 2003).



CUADRO I

ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL ENERGÉTICO A PARTIR DE LOS RESIDUOS DE MAÍZ EN ESPAÑA.

Potencial energético del residuo de maíz en España*	
Superficie de maíz en España (2023)	245.699 ha
Residuo potencialmente aprovechable (90%)	9.280 kg/ha
Energía total disponible	41.041.603,1 GJ/año
Volumen de biogás generado por residuos de maíz	1.784,4 millones m ³ /año
Kilotoneladas equivalentes de petróleo	980,3 ktep/año

* Los datos de superficie de maíz cultivada en España y promedios de rendimiento utilizados para los cálculos proceden de Esysrc, 2023. Para más información sobre los cálculos, consultar a los autores del artículo.

que afectó negativamente tanto a la superficie como a la producción (Esysrc, 2024). La influencia de la nueva Política Agraria Común (PAC 2023-2027), podría fomentar un aumento de la superficie destinada al maíz, ya que esta exige rotaciones en los sistemas de cultivos.

Atendiendo a la superficie nacional y rendimiento promedio en regadío (Esysrc, 2023), se ha realizado una estimación de la energía total que podría generarse a partir de los residuos de maíz en España (cuadro I).

Según estas estimaciones, los residuos en España podrían proporcionar un valor energético equivalente a 41.000 millones de MJ al año, una cifra que pone de manifiesto su potencial relevancia. Para

ponerlo en perspectiva, esta cantidad equivaldría al consumo energético anual de aproximadamente 1,1 millones de hogares españoles (IDAE, 2011).

Durante las campañas 2023 y 2024, la cotización del maíz al 14% de humedad, se ha situado alrededor de los 230 €/t (Diputación de Salamanca, 2024). La posibilidad de vender el residuo de maíz para usos energéticos, con el fin de aumentar las ventas de las explotaciones, sería una opción a considerar para la búsqueda de nuevos ingresos. En términos generales, los precios del residuo de maíz en España durante los años 2023 y 2024 han oscilado entre los 30 y 60 €/t. Además, un posible aumento de la demanda para su uso energético y no sólo destinado a alimenta-

ción animal, podría generar una subida de precios de este producto.

Implicaciones de la retirada del residuo de maíz

Aunque la retirada de los residuos de maíz para la producción de biocombustibles puede ofrecer beneficios energéticos y económicos, esta práctica no está exenta de implicaciones ambientales y agronómicas que deben ser consideradas.

Los residuos de los cultivos tienen un papel fundamental en el mantenimiento de la salud de suelo, ya que actúa como fuente de materia orgánica, mejora la estructura, aumenta la capacidad de retención de agua y nutrientes y fomenta la biodiversidad del suelo. Por tanto, una retirada excesiva de los mismos puede afectar negativamente la calidad y fertilidad del suelo, e influir en aspectos clave como son la tasa de infiltración, y aumentar el riesgo de erosión por agua y viento; lo que podría conducir a una disminución de la actividad biótica y además afectar negativamente al rendimiento de los cultivos (Lal, 2005; Wilhelm y col., 2004). Por tanto, es preciso ajustar la cantidad de residuo del cultivo a retirar para destinar a producir energía, y obtener así una rentabilidad económica, sin comprometer la calidad del suelo y la sostenibilidad de los agrosistemas.

En un estudio realizado en la zona más productora de maíz de Ohio (EEUU), donde se evaluaron diferentes porcentajes de retirada del residuo de maíz tras la cosecha, se observó cómo una retirada de residuos superior al 25%, condujo a una reducción del carbono orgánico del suelo, del agua disponible para las plantas y de la población de anélidos, y aumentó la resistencia del suelo; y disminuyó además los rendimientos de los cultivos. Estos resultados fueron especialmente importantes en suelos con mayor riesgo de erosión (Blanco-Canqui y Lal, 2007). No obstante, existen algunas prácticas agrícolas que



Foto 1. Cosecha de maíz de uno de los ensayos experimentales del proyecto Sosmaíz en la Finca Zamadueñas del Itacyl en octubre de 2024.

podrían mitigar el impacto de esta retirada de residuo, como son el uso de cubiertas vegetales o el uso de fertilizantes orgánicos (Ruis y col., 2017). En monocultivos de maíz, el establecimiento de cubiertas vegetales durante el periodo otoñal-invernal puede contribuir a mejorar los niveles de carbono orgánico del suelo, mejorando su estructura y fomentando la actividad biológica, lo que a su vez contribuye a la salud y fertilidad del suelo. Además, su combinación con la reducción del laboreo puede promover la conservación del carbono y reducir la erosión. Por otro lado, los fertilizantes orgánicos también pueden mejorar la calidad de suelo al aportar materia orgánica, lo que favorece la mejora de la estructura del suelo, el aumento de la capacidad de retención de agua y nutrientes, y esto puede promover una mayor biodiversidad en el suelo.

Rumbo hacia una gestión más sostenible del maíz

En definitiva, si bien el aprovechamiento energético de los residuos de maíz puede ofrecer beneficios económicos, es crucial identificar prácticas de manejo sostenible que permitan aumentar la sostenibilidad de estos sistemas. La identificación de estas estrategias de manejo es uno de los principales objetivos del proyecto Sosmaíz: “Estrategias de manejo para aumentar la sostenibilidad de monocultivos de maíz para el aprovechamiento energético de la biomasa de paja”, que está desarrollando Fertinagro Biotech, gracias a una ayuda del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (expediente 4/2023-ATI).

En el marco de este proyecto de investigación se está desarrollando un doctorado en los ámbitos de conocimiento de

la Plataforma de Dinamización de la I+i Agraria y Agroalimentaria y sectores de actividad de I+D+i de interés estratégico en Castilla y León. Durante varias campañas, se realizarán diferentes ensayos en la finca experimental de Zamadueñas (Valladolid, Itacyl) que permitirán evaluar el impacto de diferentes prácticas de manejo sobre la productividad y calidad del cultivo, la calidad de suelo o las emisiones de gases de efecto invernadero, entre otros aspectos (foto 1).

El trabajo de campo se combinará con un análisis de ciclo de vida de estos sistemas para evaluar su sostenibilidad ambiental, considerando factores como el balance energético o la huella de carbono. Por tanto, es esperable que con este enfoque global, el proyecto permita obtener información novedosa en esta área de conocimiento. ■

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Sara San Francisco y R. Baigorri, del departamento de I+D+i de Fertinagro Biotech, por la estrecha colaboración en el desarrollo de este proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Aghaei S, Alavijeh MK, Shafiei M, Karimi K (2022) A comprehensive review on bioethanol production from corn stover: Worldwide potential, environmental importance, and perspectives. *Biomass and Bioenergy*, 161, 106447.
- Blanco-Canqui H, Lal R (2007) Soil and crop response to harvesting corn residues for biofuel production. *Geoderma*, 141, 355-362.
- Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de los Cultivos (ESYRCE) (2023). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- FAOStat (2023). Disponible en: <http://www.fao.org/faostat>.
- Grote U, Fasse A, Nguyen TT, Erenstein O (2021) Food security and the dynamics of wheat and maize value chains in Africa and Asia. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 617009.
- IDAE (2011). Análisis del consumo energético del sector residencial en España. Proyecto SECH-SPAHOUSEC. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- Lal R (2005) World crop residues production and implications of its use as a biofuel. *Environment International*, 31, 575-584.
- Padhan, S. R., Jat, S. L., Mishra, P., Darjee, S., Saini, S., Padhan, S. R., & Ranjan, S. (2023). Corn for Biofuel: Status, Prospects and Implications.
- Ruis SJ, Blanco-Canqui H, Jasa PJ, Ferguson RB, Slater G (2017) Can Cover Crop Use Allow Increased Levels of Corn Residue Removal for Biofuel in Irrigated and Rainfed Systems? *BioEnergy Research*, 10, 992-1004.
- Wilhelm WW, Johnson JMF, Hatfield JL, Voorhees WB, Linden DR (2004) Crop and soil productivity response to corn residue removal. *Agronomy Journal*, 96, 1-17.
- Wolf, B., & Snyder, G. (2003). Sustainable soils: the place of organic matter in sustaining soils and their productivity. CRC Press.