

EL PAPEL ESTRATÉGICO DE LAS PLANTAS DE BIOGÁS EN LA AGRICULTURA, GANADERÍA, LA ENERGÍA Y LA ECONOMÍA LOCAL

Un compendio de ventajas, sin pretensión de análisis comparativo de inconvenientes

Kepler, Ingeniería y Ecogestión, S.L.U.

*“En la medida en que intervenimos en la naturaleza, debemos velar rigurosamente por el restablecimiento de su equilibrio”
Heráclito de Éfeso (c.540 – 480 a.C.)*

1. La integración de plantas de biogás en la actividad económica de una localidad permite crear una **economía de ciclo cerrado**, en la que se recuperan y reutilizan los nutrientes y la lignina. El nitrógeno, el fósforo, el potasio y otros macroelementos (Ca, K, Na, Mg, P, S, Cl) y microelementos (Co, Fe, I, Cu, Mn, Mo, Se, Zn, Li, B) extraídos del suelo por los cultivos se recuperan en la planta de biogás y se devuelven al ciclo biológico. El agricultor local se ahorra así la compra de fertilizantes minerales de alto coste que, normalmente, se producen lejos de su explotación, a menudo en otros países.

Sin el **cierre de este ciclo** no habría sido posible el desarrollo de la agricultura. (*La palabra "agricultura" proviene del latín "agri", que significa campo, y "cultura", que se refiere al cultivo*), siendo esta la actividad cultural más ancestral, la madre de todas las culturas, pues abarca la de cultivar, elaborar y disfrutar. En la civilización moderna es habitual retirar del ciclo biológico purines, estiércoles y desechos orgánicos, considerándolos residuos en lugar de subproductos con un enorme valor para la agricultura local. Antiguamente, disponer de un gran montón de estiércol junto a la casa del campesino era símbolo de riqueza, porque demostraba su capacidad de cultivo.

Comparado con los fertilizantes minerales, el digerido, como producto orgánico, facilita la **formación de una capa de humus permanente**, importante para la salud y la fertilidad del suelo. Con ello los suelos recuperan su estado natural: su riqueza biológica y su capacidad de absorber y retener el agua de lluvia. Esta última capacidad es especialmente importante para la conservación y recarga de los acuíferos. Son los suelos agrícolas situados en las cercanías de una planta de biogás los que se benefician de esta mejora, lo que se traduce en una producción de verduras, hortalizas y cereales mejor y más competitiva, tanto a corto como a largo plazo. Además del beneficio para el sector agropecuario, esto conlleva un importante beneficio local, regional y nacional. Históricamente, para el desarrollo de la agricultura fue clave la domesticación de animales como cabras, ovejas y vacas, ya que sus deyecciones permitieron mejorar los suelos y aumentar la producción agrícola. Ese es el papel que asume hoy una planta de biogás, por lo que bien podría compararse con una auténtica «vaca tecnológica».

Al **cierre del ciclo de nutrientes** se suma el cierre del ciclo helio-bioenergético. La energía solar almacenada en las plantas vegetales en forma bioquímica mediante la fotosíntesis se libera al desintegrarse los compuestos de cadena larga, previamente formados con esa misma energía. Como resultado de este proceso se obtiene metano.

Al producir nutrientes y bioenergía, las plantas de biogás aumentan la competitividad de las explotaciones agropecuarias y **reducen su exposición a los riesgos de suministro de fertilizantes derivados de la geopolítica**. Ganar independencia en el suministro de fertilizantes al no tener que comprarlos en mercados internacionales y reducir la compra de gas natural en mercados volátiles disminuye la salida de divisas hacia terceros países. Estas son algunas de las razones por las que se atribuye a las plantas de biogás un papel estratégico en España y en muchas localidades. Los principales países productores de roca fosfática son China (en torno al 44 % de la producción mundial), Marruecos (con las mayores reservas del planeta), Estados Unidos, Rusia, Jordania, Arabia Saudí y Egipto; **España no dispone de minas de fosfato propias** y depende por completo de las importaciones [2]. Esta concentración se refleja en el precio: en las últimas dos décadas la roca fosfática ha pasado de cotizarse en torno a 44 \$/t (2006) a unos 150-170 \$/t en la actualidad, con picos de 400-450 \$/t en 2008 y 300-320 \$/t en 2022, un incremento acumulado superior al 250 % [3], muy por encima de la subida del petróleo Brent en el mismo periodo (de unos 54 \$/barril en 2005 a unos 69-80 \$/barril en 2024-2025, en torno a un 25-30 %) [4].

2. Las plantas de biogás contribuyen a reducir el consumo de recursos naturales como el gas natural y el petróleo y, sobre todo, el fosfato, como comentado en el punto anterior, macronutriente escaso en la superficie terrestre que se importa siempre de un puñado de países productores, a menudo con un alto índice de inestabilidad.
3. Las plantas de biogás reducen la emisión a la atmósfera de amoníaco (NH_3), compuesto nocivo de alta volatilidad. También se reduce la emisión de ácidos grasos asociados a olores fuertes, así como de óxidos nitrosos (N_2O) y fenoles. Por ello, la aplicación de digerido en lugar de purines y estiércoles brutos **evita molestias por olores y mejora la higiene**.
4. Se debate mucho sobre la exposición de los vecinos a los olores. La mayoría de las plantas existentes de pequeño y medio tamaño se encuentran muy cerca de pueblos y ciudades, a menudo a no más de 100 m. **El propio proceso de digestión anaerobia no genera olores**, ya que necesariamente ocurre en tanques cerrados herméticamente. Cuando se producen olores, suelen provenir de un almacenamiento incorrecto de los sustratos orgánicos que sirven de materia prima, sobre todo de sustratos sólidos de la industria alimentaria. Los sustratos líquidos no deberían producir olores, ya que se manejan y almacenan en espacios cerrados. Una planta de biogás de calidad produce, a pleno rendimiento, unas 8.500 horas al año de las 8.760 que tiene un año; con exigencias tan altas no cabe la posibilidad de pérdida de sustratos por volatilización, ya que ello reduciría la producción de biogás.
5. Las plantas de biogás crean **riqueza en zonas rurales** y con ello contribuyen a la fijación de población, generando puestos de trabajo a nivel local. En lugar de limitarse a gestionar residuos orgánicos, producen energía y reciclan nutrientes en línea con una **economía circular**. Ganaderos y agricultores que utilizan, por

ejemplo, residuos orgánicos municipales como cosustrato pueden diversificar su actividad y asumir una nueva función socioeconómica y cultural en el medio rural. Por ello puede afirmarse que las plantas de biogás **mejoran la perspectiva de futuro de la ganadería y la agricultura**, actividades especialmente castigadas por las dinámicas de la globalización. En España, entre 2018 y 2020 cerraron 69.487 explotaciones agrarias y 50.869 ganaderas [1] [5]. La tendencia no se ha detenido: entre 2020 y 2023 el número de explotaciones agrícolas volvió a caer un 12,4 % y el de explotaciones ganaderas un 10,5 % [6]. Cada explotación que cierra reduce aún más la independencia alimentaria del país y, sobre todo, la seguridad de suministro en tiempos de crisis.

6. El **digerido** de un residuo orgánico, como el purín, es mejor fertilizante que el producto sin digerir. Esto se debe a la transformación natural de los compuestos orgánicos complejos (grasas, proteínas, hidratos de carbono) en metano: los nutrientes (N, P, K...) se mineralizan a formas más disponibles para las plantas (por ejemplo, el nitrógeno amoniacal) y se reduce la relación C/N. Por ello puede emplearse como **abono de acción rápida y de cobertura** en cultivos en fase de crecimiento, reduciendo el riesgo de lixiviado de nutrientes, en particular del nitrógeno, en presencia de lluvia. Aplicado sobre la hoja, la planta se fortalece y aumenta su resistencia a los parásitos. En el proceso de digestión no se pierden los micronutrientes y se conserva la lignina, importante a su vez para la formación de humus permanente en los suelos. En estos suelos crece la población de microorganismos, que los hace más porosos y permeables al agua de lluvia; es decir, **el suelo gana capacidad de retención de agua**, lo que beneficia la recarga de los acuíferos. Por ello puede afirmarse que las plantas de biogás desempeñan un papel importante en la formación de acuíferos y en el suministro de agua potable de calidad.
7. Además del ahorro en el coste de la fertilización, su uso mejora la **salud del edafón del suelo**. Un edafón sano mejora la salud de las plantas y permite reducir de forma importante el coste en productos fitosanitarios. Con la utilización de enmiendas orgánicas se mejora la capacidad de regeneración del suelo. No solo mejora la salud de suelos y plantas, sino también la de los trabajadores que aplican los fitosanitarios en el campo, así como la de los consumidores de los productos agrícolas.
8. Mejora el suelo año tras año: el digerido incorpora al **suelo materia orgánica, ácidos húmicos y fúlvicos** que los fertilizantes minerales no contienen. Más humus significa más retención de agua, más actividad microbiológica y un suelo más vivo. Un suelo vivo, con cochinillas de la humedad, escolopendras, milpiés, colémbolos, ácaros, lombrices y microorganismos, es más resistente a las bacterias nocivas.
9. Se fomenta el desarrollo y la distribución de tecnologías de muy **alto grado de innovación**, impulsando la creación de puestos de trabajo de gran exigencia tecnológica en los campos de la ingeniería civil, industrial, química, electrónica e informática, y su integración con la biología, la microbiología y los oficios técnicos.
10. La gestión sostenible de las explotaciones agropecuarias mejora la imagen de marca de la empresa.

11. La supresión de lixiviados de nitratos hacia el acuífero aumenta la **seguridad jurídica** de las explotaciones agropecuarias frente al principio de la **Ley de Responsabilidad Ambiental de "quien contamina, paga"**.
12. El proceso de digestión **reduce de forma importante la capacidad de germinación de las semillas de malas hierbas** presentes en los sustratos, lo que mejora la calidad agronómica del digerido: una temperatura de digestión mesófila (35-37°C) ya es suficiente para detener la germinación de la mayoría de ellas, mientras que las temperaturas termófilas e hipertermófilas (52-60°C) ofrecen una seguridad aún mayor frente a su propagación. Esto reduce el riesgo de introducir y dispersar malas hierbas en los suelos agrícolas al aplicar el digerido, a diferencia de lo que puede ocurrir con estiércoles o purines sin tratar.
13. El proceso de digestión en las plantas de biogás mejora de forma notable la **seguridad e higiene sanitaria** frente a otras vías de gestión de residuos orgánicos, al **reducir el número de gérmenes patógenos** (especialmente coliformes y salmonelas). Las condiciones del proceso afectan negativamente a numerosos organismos patógenos, virus, hongos, parásitos y, sobre todo, bacterias. Debido a las altas temperaturas del proceso (hasta 40°C en plantas mesófilas y hasta 60°C en las termófilas e hipertermófilas), al entorno anaeróbico, al estrés por los cambios de pH y a los cambios bruscos de temperatura durante la hidrólisis, los patógenos mueren en gran medida o son desplazados por organismos mejor adaptados funcionalmente.
14. Con el aumento de la presencia de energía solar y eólica en el **mix energético** de España, es necesario cubrir los déficits de origen meteorológico con **energía regulable**, obtenida principalmente de centrales de ciclo combinado. El coste de operación de estas centrales es muy alto, ya que deben permanecer disponibles todo el año sin producir apenas nada, entrando en producción solo unas pocas horas. Todas las plantas de biogás cuentan con capacidad de almacenamiento que puede utilizarse cuando el operador de la red eléctrica demanda energía adicional por falta de energía eólica o solar; su **plena disponibilidad** se alcanza en muy pocos minutos, más rápido que en una central de gas. Es decir, no serían necesarias nuevas inversiones en centrales de gas si existieran suficientes plantas de biogás, como ocurre por ejemplo en Alemania. Determinados procesos de digestión anaerobia permiten **reducir o aumentar la producción de biometano** fácilmente y en plazos muy cortos, por lo que las plantas de biogás son el complemento perfecto de la energía solar y eólica para estabilizar la red eléctrica y paliar la insuficiente capacidad de la red de transporte y distribución.
15. Aunque hoy en día la gran mayoría de las plantas de biogás que se construyen se destinan a la producción de biometano, hasta hace pocos años se destinaban sobre todo a la **producción de electricidad y calor**; de hecho, la mayor parte de las plantas en funcionamiento en Europa aún se dedica a ello. Mediante un motogenerador y el aprovechamiento de su calor residual se genera energía eléctrica y térmica.
16. También existe la posibilidad de convertir, bajo determinadas condiciones meteorológicas, los excedentes de producción solar y eólica en **hidrógeno verde**. Una vez obtenido, el hidrógeno puede transformarse dentro del propio digestor anaerobio, sin inversiones adicionales y casi sin coste incremental, aumentando la

producción de metano hasta en un 35%. A partir de ahí, el metano puede aprovecharse fácilmente gracias a la amplia infraestructura de gas natural ya existente, ahorrando nuevas y elevadas inversiones.

17. El proceso de upgrading de biogás a biometano permite además una captura sencilla de CO₂, de origen biogénico y alta pureza, que puede reutilizarse, por ejemplo, en la fertirrigación carbónica de invernaderos o en la industria alimentaria y de bebidas, **sustituyendo a CO₂ de origen fósil** y dando uso al 100% de los subproductos generados en el tratamiento de los residuos. Con ello, las plantas de biogás y biometano logran la valorización integral de los residuos agrícolas y ganaderos.
18. Las plantas de biogás varían enormemente en tamaño, desde un consumo de sustrato de 100 t/año hasta las más grandes, con 3 millones de toneladas al año; la gran mayoría se sitúa entre 50.000 y 200.000 t/año, un rango también representativo para España. Alemania, con unas 10.000 plantas instaladas, produce cerca de 32 teravatios-hora (TWh) al año, aproximadamente un 5,4% de su consumo eléctrico. La mayoría de los sustratos procede de un radio de unos 25 km, aunque puntualmente, y en cantidades pequeñas, pueden proceder de distancias mayores. Las producciones energéticas se sitúan típicamente **entre 20 y 100 GWh** térmicos al año.
19. En la fabricación de plantas de biogás se utilizan tierras raras (neodimio, disprosio, praseodimio...), aunque en **cantidades irrelevantes** en comparación con otras energías renovables. Estos elementos se destinan sobre todo a los imanes permanentes de los generadores de accionamiento directo de los aerogeneradores y a los motores de los vehículos eléctricos [7]. El motogenerador de una planta de biogás, accionado por un motor de combustión interna, emplea generadores síncronos o asíncronos convencionales que no necesitan imanes de tierras raras, por lo que su presencia queda prácticamente limitada a trazas en chips y electrónica de control. Tampoco requiere los minerales críticos característicos de la energía solar fotovoltaica, como la plata y el cobre de las células de silicio cristalino, o el telurio y el indio de los paneles de capa fina. Según datos de la Agencia Internacional de la Energía, un parque eólico terrestre requiere del orden de 10 toneladas de minerales críticos por MW instalado, y uno marino hasta 15,5 toneladas, frente a cantidades muy inferiores en tecnologías con generadores convencionales como el biogás [8]. Evitar esta dependencia no es un asunto menor: la extracción y el refinado de tierras raras están muy concentrados geográficamente —China produce en torno al 70 % del mineral de tierras raras del mundo [9]—, lo que genera **dependencia exterior, salida de divisas** para pagar las importaciones y exposición a decisiones geopolíticas de terceros países. A ello se suma una huella ambiental significativa: estos minerales suelen aparecer asociados a torio radiactivo, y su procesado ha generado residuos tóxicos que han contaminado aguas y suelos en enclaves como Bayan Obo (China) o Bukit Merah (Malasia) [10].
20. **Valorización de residuos urbanos y de la industria alimentaria:** además de los subproductos agroganaderos, las plantas de biogás pueden tratar la fracción orgánica de los residuos municipales (FORSU) y subproductos no aptos para consumo de la industria alimentaria. Esto reduce la cantidad de materia orgánica que termina en vertedero —donde generaría metano de forma descontrolada—, genera ingresos adicionales para ayuntamientos y empresas, y refuerza la gestión integral de residuos a nivel local.

21. Acceso a financiación y alineación con la normativa europea: al contribuir a los objetivos de descarbonización, gestión de residuos y economía circular del Pacto Verde Europeo y de los planes nacionales de energía y clima, los proyectos de biogás y biometano pueden optar a líneas específicas de ayudas y financiación europea, facilitando su desarrollo y mejorando la rentabilidad de las explotaciones que los impulsan.

Referencias

- [1] https://ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176851&menu=ultiDatos&idp=1254735727106
- [2] U.S. Geological Survey, *Mineral Commodity Summaries 2026 – Phosphate Rock*. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2026/mcs2026-phosphate.pdf>
- [3] IndexMundi, *Rock Phosphate Monthly Price*. <https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=rock-phosphate>
- [4] Statista, *Brent crude oil price annually 1976-2025*. <https://www.statista.com/statistics/262860/uk-brent-crude-oil-price-changes-since-1976/>
- [5] INE, *Censo Agrario 2020 – Nota de prensa*. https://www.ine.es/prensa/cea_2020.pdf
- [6] INE, *Encuesta sobre la Estructura de las Explotaciones Agrícolas (EEA) 2023 – Nota de prensa*. <https://www.ine.es/dyngs/Prensa/EEEA2023.htm>
- [7] International Energy Agency (IEA), *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions (2021)*. <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>
- [8] World Nuclear Association, *Mineral Requirements for Electricity Generation (datos de la AIE)*. <https://world-nuclear.org/information-library/energy-and-the-environment/mineral-requirements-for-electricity-generation.aspx>
- [9] U.S. Geological Survey, *Mineral Commodity Summaries 2026 – Rare Earths*. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2026/mcs2026-rare-earths.pdf>
- [10] Yale School of the Environment (Yale e360), *Boom in Mining Rare Earths Poses Mounting Toxic Risks*. https://e360.yale.edu/features/boom_in_mining_rare_earths_poses_mounting_toxic_risks