



Instalación agrivoltaica. Foto cedida por Isabel Caballero

# Agrivoltaica, ¿la solución para compatibilizar energía solar y agricultura?

Por Isabel Caballero  
Mundo del Agrónomo

**El crecimiento de los parques fotovoltaicos sobre suelo agrícola genera preocupación social y del sector por su impacto en cultivos, paisaje y economía rural. La agrivoltaica se plantea como solución, combinando producción agrícola y energía solar, con beneficios como protección climática, eficiencia hídrica y diversificación de ingresos. Aun así, su expansión se enfrenta a barreras económicas, principalmente por los elevados costes de instalación y la escasez de proveedores especializados en España.**

Según la publicación AgrInfo nº 37 del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), de junio de 2024, la superficie ocupada por parques fotovoltaicos en España en 2023 estaba en torno a 50.000 hectáreas. Castilla-La Mancha y Extremadura concentran casi la mitad (48 %) de esta extensión, con 11.460 y 11.340 hectáreas respectivamente. Entre 2012 y 2022, las nuevas 23.095 hectáreas de paneles solares procedieron en un 82 % de tierras de secano, un 11 % de regadío y un 7 % de suelos forestales o no agrarios, desplazando principalmente cultivos de cereal, barbecho, girasol y olivar. Los proyectos en

evaluación podrían duplicar la superficie hasta 100.000 hectáreas en los próximos años. Este aumento de plantas fotovoltaicas ha implicado una transformación en el uso del suelo. Este fenómeno ha generado en los últimos años un creciente debate y la aparición de voces críticas frente a la construcción de las denominadas "megaplantas fotovoltaicas". Sus detractores advierten de los posibles efectos negativos que este modelo puede tener sobre el sector agrícola y la producción agroalimentaria, así como sobre la economía rural, el paisaje y el equilibrio medioambiental de las zonas afectadas.

## Producción energética y suelo agrario

La agrivoltaica, también conocida como agrovoltaica, se perfila como una posible vía de equilibrio entre la producción energética y la preservación del uso agrario del suelo. Este modelo combina en un mismo terreno la generación de electricidad mediante paneles solares con actividades agrícolas o ganaderas, permitiendo aprovechar de forma complementaria los recursos del espacio rural. Bajo esta fórmula, los cultivos o el pastoreo conviven con la infraestructura fotovoltaica, reduciendo el impacto paisajístico y evitando la pérdida de superficie productiva.

Aunque no constituye una solución definitiva, la agrivoltaica aporta múltiples beneficios agronómicos que refuerzan tanto la producción agrícola como la eficiencia del suelo. “Los paneles solares generan sombra parcial en las horas más críticas, protegiendo los frutos y las hojas de quemaduras y reduciendo el estrés térmico”, explica Pablo Morales, profesor de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad de Castilla-La Mancha en Ciudad Real (ETSIA). “La presencia de los módulos fotovoltaicos modifican la radiación solar, la temperatura, la humedad relativa del aire y la velocidad del viento en la zona de cultivo, lo que a su vez influye en la evapotranspiración, entendida como la combinación de la evaporación desde la superficie del suelo y la transpiración de las plantas. Una menor evapotranspiración reduce las necesidades hídricas del cultivo y contribuye a un uso más eficiente del agua, especialmente relevante en períodos cálidos y secos. Estos microclimas generados, pueden resultar beneficiosos en cultivos y variedades sensibles a altas temperaturas. Además de esto, los paneles fotovoltaicos protegen a los cultivos frente a fenómenos meteorológicos adversos, como el granizo, atenuando los daños asociados”, añade. Además, “ofrece oportunidades económicas adicionales para los agricultores y contribuye a mitigar el impacto del estrés climático, favoreciendo la estabilidad de los rendimientos en un escenario de cambio climático”.

Unos beneficios que también resalta el Informe Prospectivo sobre la Situación de la Energía Agrivoltaica 2023 del MAPA: se ha constatado que los paneles fotovoltaicos instalados en sistemas agrivoltaiques elevados pueden desempeñar una función adicional en las explotaciones hortícolas, al sustituir los plásticos y las redes antigranizo tradicionalmente utilizadas. De este modo, además de generar energía limpia, estas



Instalación agrivoltaica. Foto cedida por Isabel Caballero

**Los paneles solares generan sombra parcial en las horas más críticas, protegiendo los frutos y las hojas de quemaduras y reduciendo el estrés térmico**

“ ”



Instalación agrivoltaica. Foto cedida por Isabel Caballero

estructuras ofrecen una protección eficaz frente a fenómenos climatológicos adversos, contribuyendo a mejorar la resiliencia de los cultivos y reduciendo el uso de materiales no sostenibles.

### Clasificación de las instalaciones agrivoltaicas

Como explica Pablo Morales, debido a la dificultad de establecer un marco regulatorio para los sistemas agrivoltaicos basados en la ganadería que garantice la prioridad de esta actividad frente a la fotovoltaica, se ha considerado más adecuado que, en una primera fase de impulso de la agrivoltaica en España, se prioricen aquellos sistemas que combinan producción agrícola y fotovoltaica. En función del diseño inicial, se pueden distinguir tres tipos de plantas agrivoltaicas. "Están aquellos sistemas diseñados desde cero para combinar cultivos y paneles, con módulos elevados o separados que permiten una correcta radiación sobre las plantas; los que se implementan en explotaciones agrícolas existentes, incorporando tecnología fotovoltaica sin alterar la producción; y los que se reconvierten a partir de plantas fotovoltaicas ya instaladas, introduciendo cultivos que pueden desarrollarse bajo los paneles o entre las cañillas de instalación", comenta este ingeniero agrónomo.

### Proyecto piloto “Smart PVwine”

Pablo Morales actúa como investigador principal desde la ETSIA de Ciudad Real en el proyecto nacio-

nal “Smart PVwine – Sistema fotovoltaico avanzado y de gestión inteligente para mejorar la producción de vino”, en el que también participan Leitat Technological Center, el Instituto de Sistemas Fotovoltaicos de Concentración (ISFOC) y Sensing & Control Systems, S.L.

La elección de la localización del proyecto en Castilla-La Mancha como área de estudio resulta especialmente relevante. La región cuenta con la mayor superficie de viñedo del mundo, lo que convierte a la viticultura en un pilar económico, social y cultural. Su cli-

matología extrema, marcada por veranos muy calurosos, escasez de precipitaciones y episodios de sequía recurrentes, evidencia la urgencia de aplicar soluciones innovadoras que aumenten la resiliencia del viñedo frente al cambio climático.

La iniciativa busca combinar tecnología fotovoltaica avanzada con herramientas de gestión inteligente para optimizar la producción vitivinícola. Para ello, desarrolla un sistema agrivoltaico innovador basado en módulos fotovoltaicos semitransparentes, elementos ópticos y difusores fabricados mediante impresión 3D, junto con estructuras dotadas de seguimiento solar para optimizar la captación y gestión de la radiación. Además, integra sensores agroclimáticos y fisiológicos, técnicas de teledetección y un gemelo digital, con el objetivo de analizar el impacto sobre el microclima, la fisiología de la vid y la calidad de la uva, al tiempo que mejora la eficiencia energética global del sistema, explica Morales.

En concreto, la ETSIA participa en el proyecto a través de su grupo de investigación Acciones Sostenibles en Agricultura, aportando en esta ocasión su experiencia en la evaluación del impacto de los sistemas agrivoltaicos sobre el viñedo, con el propósito de lograr una producción de calidad y reducir el impacto ambiental ocasionado por las instalaciones agrivoltaicas en las explotaciones agrícolas. Dentro del proyecto Smart PVwine, su labor principal consiste en diseñar, implementar y evaluar una estrategia agronómica integral basada en principios de agricul-



tura de precisión, incorporando tecnologías avanzadas para la monitorización y la toma de decisiones en el viñedo. Esta estrategia abarca desde las prácticas de manejo del viñedo experimental hasta el monitoreo continuo de variables clave para el cultivo, como la evapotranspiración o consumo hídrico, la radiación captada por el cultivo, los índices de vegetación, la incidencia de plagas y enfermedades, y los parámetros de producción y calidad de la uva, entre otros indicadores relevantes. Todo ello con el fin de optimizar el desarrollo del cultivo bajo diferentes condiciones de sombreado fotovoltaico.

Por su parte, Leitat desarrolla componentes ópticos resistentes que se integran en los módulos fotovoltaicos y permiten una mejor difusión de la luz sobre los cultivos. Estos elementos optimizan el paso de la luz sin comprometer la generación fotovoltaica. ISFOC implementa las tecnologías agrivoltaias en el viñedo, abordando tanto el diseño y desarrollo de módulos fotovoltaicos semitransparentes y ligeros (incluidos aquellos preparados para incorporar los elementos ópticos), como la gestión dinámica de la luz sobre el viñedo mediante un seguidor solar, buscando la configuración óptima entre producción energética y rendimiento agrícola. Sensing & Control Systems centra su investigación en maximizar la productividad global de la instalación mediante soluciones de digitalización y control inteligente, integrando sensores y sistemas IoT (Internet de las Cosas) que permiten recopilar datos del viñedo en tiempo real y analizarlos me-

diante algoritmos predictivos para optimizar, de manera simultánea, los procesos energéticos y agrícolas.

El proyecto cuenta con financiación del Ministerio de Ciencia e Innovación, a través de las ayudas a proyectos de colaboración público-privada del Programa Estatal para impulsar la Investigación Científico-Técnica y su Transferencia, en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación 2021-2023 y del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

Según Pablo Morales, en esta primera fase se han instalado las estructuras orientables integradas en el terreno y equipadas con módulos fotovoltaicos bifaciales (con fotovoltaica tradicional) en estructuras sobre las espalderas. Paralelamente, mientras se fabricaban los seguidores solares y módulos semitransparentes previstos para la siguiente fase (fase 2), así como los elementos ópticos y difusores (fase 3), se ha completado un ensayo utilizando una malla de sombreo de polietileno de alta densidad (HDPE). Esta malla ha permitido evaluar los efectos del sombreado en la vid sin la opacidad ni el incremento térmico asociados a los paneles fotovoltaicos. Aunque el proyecto aún se encuentra en desarrollo, ya se han podido extraer algunas conclusiones preliminares.

El viñedo se desarrolla con normalidad bajo las estructuras fotovoltaicas. El sombreado parcial reduce la exposición directa en las horas de mayor radiación, lo que se traduce en menor estrés térmico



“ ”

**El Real Decreto 916/2025, de 14 de octubre, reconoce los sistemas agrivoltaicos como superficies potencialmente admisibles para las ayudas de la PAC**

y menor evapotranspiración en comparación con el viñedo totalmente expuesto (control). Se han detectado diferencias fisiológicas entre ensayos, respondiendo el cultivo de distinta forma al nivel de sombra. En los ensayos sometidos a sombreadamiento, se ha observado una mayor biomasa y un desarrollo vegetativo más abundante, con hojas de mayor tamaño y valores de clorofila más bajos frente al tratamiento sin sombra.

Estos resultados preliminares justifican la continuidad y ampliación del estudio. Aún quedan numerosas variables por analizar de esta campaña 2025 para obtener una visión completa del comportamiento del viñedo bajo los módulos fotovoltaicos, especialmente en lo relativo a la calidad de la uva. En cualquier caso, las tendencias observadas hasta el momento resultan alentadoras para el desarrollo de la agrivoltaica y refuerzan el potencial de este modelo.

#### **Normativa**

El marco legal de los sistemas agrivoltaicos aún está en desarrollo, por lo que resulta necesario estudiar su compatibilidad con otras normativas, como la Política Agraria Común (PAC), la regulación sobre protección de los usos del suelo en zonas regables de interés general, la legislación medioambiental, la normativa constructiva o la de prevención de riesgos laborales, entre otras. En particular, respecto a la PAC, ha surgido la cuestión de si una parcela agrícola reconvertida a sistema agrivoltaico mantiene su elegibilidad para los pagos directos que la UE concede a tierras dedicadas principalmente a la agricultura.

El Real Decreto 916/2025, de 14 de octubre, por el que se modifican diversos reales decretos en materia de Política Agrícola Común ha abordado esta cuestión, reconociendo los sistemas agrivoltaicos como superficies potencialmente admisibles para las ayudas de la PAC, siempre que la actividad agraria conserve su carácter prioritario. Esta medida busca promover modelos sostenibles de producción agrícola y energética, definiendo posteriormente los criterios técnicos que garanticen la compatibilidad entre ambos usos, y ofreciendo a los agricultores nuevas oportunidades de diversificación de ingresos sin comprometer la producción agrícola.