

Sistemas agrivoltaicos y ecovoltaicos

Energía solar para ahorro de agua, éxito agrícola y un medio ambiente más saludable

ASPECTOS DESTACADOS

Los sistemas agrivoltaicos y ecovoltaicos son estrategias de reúso de tierras con múltiples beneficios que ofrecen ventajas económicas y ecológicas. Pueden reducir el bombeo de agua subterránea cerca de comunidades desfavorecidas, contribuir a una transición justa hacia la energía limpia y crear oportunidades de empleo.

Esta hoja informativa detalla los beneficios que proporcionan los sistemas agrivoltaicos y ecovoltaicos, y presenta ideas clave para su implementación—incluyendo costos, fuentes de financiamiento y permisos—y otras recomendaciones. Agricultores, propietarios de tierras y otros grupos pueden usarla para discutir opciones de reúso de tierras agrícolas con comunidades locales, profesionales de conservación, promotores de proyectos y beneficiarios de subvenciones participantes en el Programa de Reúso de Tierras con Múltiples Beneficios u otros programas de reúso de tierras.

Este documento incluye enlaces a páginas web en inglés. Se incluyen recursos en español siempre que estén disponibles.

Soluciones intermedias para el reúso de tierras con múltiples beneficios

Los límites en la extracción de agua subterránea requeridas por la Ley de Manejo Sostenible del Agua Subterránea (SGMA, por sus siglas en inglés) de California, combinadas con los efectos del cambio climático, están llevando a gestores del agua, agricultores y comunidades a reducir su uso de agua mientras mantienen la producción de cultivos y aumentan la resiliencia social y ambiental.

El reúso de tierras con múltiples beneficios es una solución prometedora que conlleva la transición de tierras agrícolas irrigadas a usos que promuevan el ahorro de agua y que beneficia a las comunidades y ecosistemas aledaños. En algunos casos, los agricultores pueden ser compensados por transformar sus tierras de cultivo a usos alternativos beneficiosos, como parques, corredores de vida silvestre, nuevas oportunidades socioeconómicas, pastizales no irrigados, espacios para industrias limpias y energía renovable y cuencas de recarga de acuíferos amigables con la vida silvestre y con múltiples beneficios (EDF 2021; Fernández-Bou et al. 2023).

Los sistemas agrivoltaicos y ecovoltaicos muestran cómo la energía limpia puede integrarse en proyectos de reúso de tierras con múltiples beneficios mediante la instalación de paneles solares, mientras se avanza hacia otras actividades beneficiosas, como la transición a cultivos menos intensivos en agua, cultivos de cobertura, restauración de hábitats y creación de pastizales no irrigados. La agrivoltaica y la ecovoltaica contribuyen a la producción de energía limpia, la resiliencia energética y la conservación del agua. Al mismo tiempo, proporcionan ingresos adicionales para propietarios de tierras y agricultores. Como parte de un enfoque integral de gestión de tierras, la agrivoltaica y la ecovoltaica presentan soluciones innovadoras que apoyan la sostenibilidad a largo plazo de comunidades rurales y preservan su identidad agrícola (Adeh, Selker y Higgins 2018; Sturchio y Knapp 2023; Tölgyesi et al. 2023; Warmann, Jenerette y Barron-Gafford 2024).

Ocho beneficios para agricultores, propietarios de tierras, comunidades y el medio ambiente

La agrivoltaica y la ecovoltaica son compatibles con la agricultura sostenible, un medio ambiente saludable, beneficios económicos y la producción de energía renovable. Estos sistemas pueden ofrecer múltiples beneficios para comunidades desfavorecidas, agricultores, el medio ambiente y la sociedad en general.

La agrivoltaica funciona mejor con cultivos que se benefician de temperaturas y humedad del suelo estables, y que además toleran la sombra parcial proporcionada por los paneles solares. Varios cultivos pueden prosperar en sistemas agrivoltaicos, incluyendo bayas (por ejemplo, arándanos, fresas, frambuesas), verduras de hoja (por ejemplo, lechuga, bok choy, repollo chino, col rizada, espinaca), cultivos de cobertura, hierbas aromáticas (por ejemplo, albahaca, cilantro, eneldo, perejil) y pastos nativos. La ecovoltaica puede implementarse en cualquier sistema de energía solar tradicional.

Aquí se presentan ocho beneficios de los sistemas agrivoltaicos y ecovoltaicos:

1. Reducir el uso de agua en la agricultura y promover la agricultura sostenible

La agrivoltaica y la ecovoltaica brindan beneficios ecológicos que fomentan la agricultura sostenible y el bienestar ambiental,

CAJA.

Definiciones

Agrivoltaica: Sistema que integra la producción de energía solar con la agricultura (cultivos o ganadería) en el mismo terreno. Los paneles solares se pueden colocar entre cultivos o sobre ellos, y pueden funcionar como cercas, cortavientos o proporcionar sombra para cultivos sensibles a la exposición solar y ganado como las ovejas. Esta integración permite aprovechar la tierra de manera dual, promoviendo la sostenibilidad y la eficiencia.

Ecovoltaica: Sistema de producción de energía solar que incorpora funciones del ecosistema en su diseño (por ejemplo, hábitat, biodiversidad, control de la calidad del aire). La ecovoltaica utiliza conocimientos ecológicos para comprender cómo los paneles solares afectan tanto a los componentes no biológicos del ecosistema (como luz solar, agua y aire) como a los organismos vivos (como plantas, animales y microorganismos beneficiosos del suelo). Su objetivo es que la infraestructura de energía solar contribuya a la salud ambiental y a la sostenibilidad de los ecosistemas (Sturchio y Knapp, 2023).

incluyendo mejor salud del suelo y reducción del uso de agua. Además, los sistemas agrivoltaicos generan energía de manera más eficiente que los paneles instalados en suelos desnudos gracias al efecto refrescante de la vegetación al hacer la fotosíntesis, ya que los paneles solares funcionan mejor a temperaturas más bajas (Williams et al. 2023).

Existen múltiples opciones de instalación de sistemas agrivoltaicos, con diferentes ventajas y desventajas agronómicas y energéticas. Un estudio del 2024 en el suroeste de Estados Unidos mostró que los sistemas agrivoltaicos pueden reducir el consumo de agua en un 30 a un 40 por ciento, con impactos mínimos en los rendimientos de cultivos tolerantes a la sombra, aunque con resultados menos positivos para cultivos que necesitan mucha luz solar directa (Warmann, Jenerette y Barron-Gafford 2024).

La agrivoltaica reduce la evapotranspiración de los cultivos (evaporación del suelo y transpiración de las plantas durante la fotosíntesis) al sombrear el suelo debajo de los paneles solares, lo que resulta en un ahorro significativo de agua. Cuando se combinan con prácticas de suelos saludables, los sistemas agrivoltaicos pueden mejorar la salud y productividad del suelo a largo plazo. La reducción de la evaporación conserva los recursos hídricos, mientras que temperatura y humedad moderados del suelo pueden fomentar la actividad microbiana, aumentar la retención de nutrientes y mejorar la estructura del suelo. Combinados con otros [principios de suelos saludables](#) (incluyendo las recomendaciones del Departamento de Agricultura de Estados Unidos de aumentar la diversidad de cultivos, integrar [ganado](#), mantener [la cobertura del suelo](#) y [minimizar la perturbación del suelo](#)), estas condiciones facilitan una mayor diversidad de cultivos, promueven más nutrientes en el suelo y mejoran la resiliencia de los sistemas agrícolas (Stott y Moebius-Clune 2017).

2. Reducir los costos de electricidad en la granja y diversificar los ingresos

La agrivoltaica puede contribuir a la resiliencia económica de las granjas. Para proyectos a pequeña escala, la agrivoltaica puede reducir los costos de electricidad de la granja en bombeo de agua, irrigación, calefacción y refrigeración.

La combinación de sistemas agrivoltaicos con almacenamiento de energía ayuda a equilibrar el desfase entre la generación y el consumo de energía causado por los ciclos día-noche y las condiciones climáticas. Aunque el almacenamiento de energía puede aumentar la inversión inicial, puede reducir las facturas de energía y proporcionar energía si cae la red eléctrica.

Para sistemas a gran escala, los agricultores pueden recibir ingresos mediante acuerdos, que normalmente implican arrendar el uso de la tierra para la energía solar, con compradores de energía (off-takers en inglés) como empresas públicas de suministro de energía, acuerdos de compra de energía virtual o [programas comunitarios de elección de energía](#). Los programas comunitarios

La agrivoltaica y la ecovoltaica pueden ofrecer múltiples beneficios para comunidades desfavorecidas, agricultores, el medio ambiente y la sociedad en general.

de elección de energía pueden incluir proveer electricidad a comunidades desfavorecidas cercanas.

Los incentivos para implementar sistemas agrivoltaicos pueden enfocarse en los pequeños agricultores, que a menudo no disponen de la resiliencia financiera ni del acceso al agua que tienen las grandes corporaciones agrícolas. Aunque estos sistemas pueden requerir ciertos ajustes en la maquinaria y las técnicas, la agrivoltaica puede mejorar la resiliencia económica frente a los periodos de sequía y las fluctuaciones del mercado en los precios de los cultivos, protegiendo así la diversidad agrícola de California y su rica herencia cultural.

3. Aumentar las opciones de cultivos potenciales con sombra y temperaturas moderadas

Los sistemas agrivoltaicos reducen la exposición a la luz solar directa y el riesgo de daños solares, lo que puede beneficiar a ciertos cultivos. El sombreado modera las temperaturas, disminuyendo los riesgos asociados con el calor extremo y las heladas. Las condiciones microclimáticas debajo de los paneles solares brindan a los agricultores nuevas opciones de cultivos con diferentes necesidades de luz solar. En consecuencia, la agrivoltaica puede incrementar los rendimientos potenciales de algunos cultivos y mejorar la resiliencia ante las fluctuaciones ambientales y climáticas. Además, ofrece a los agricultores opciones de cultivo que requieren menos riego y que pueden generar mayores ingresos.

4. Beneficiar a comunidades desfavorecidas

La agrivoltaica puede ayudar a reducir la extracción de agua subterránea para agricultura cercana a pozos domésticos y comunitarios, al tiempo que preserva la identidad agrícola de la región. Además, algunas configuraciones de ecovoltaica y agrivoltaica son compatibles con proyectos de recarga de acuíferos para proteger el agua subterránea cerca de comunidades desfavorecidas.

Los proyectos de ecovoltaica, cuando se combinan con la recarga estacional de acuíferos, pueden mejorar la seguridad hídrica y calidad del agua, proporcionando conservación del

hábitat natural y acceso más garantizado al agua de riego para agricultores locales que dependen de agua subterránea. Integrar la ecovoltaica cerca de comunidades vulnerables a la inseguridad hídrica y otros problemas ambientales puede contribuir a un entorno más saludable para las personas y vida silvestre gracias a la mejora de las funciones ecosistémicas.

5. Crear nuevas y diversificadas oportunidades de empleo

Los sistemas agrivoltaicos y ecovoltaicos pueden crear nuevas oportunidades de empleo, tanto durante la fase de construcción de la infraestructura solar como para su mantenimiento. La implementación, construcción e instalación de paneles solares en tierras agrícolas requieren mano de obra cualificada que puede estar disponible en comunidades locales si se ofrecen incentivos para la capacitación laboral. La restauración de ecosistemas silvestres combinada con ecovoltaica puede generar empleos localmente en tareas de mantenimiento de paneles y del propio hábitat. La contribución de estos sistemas a los ingresos fiscales locales también puede beneficiar la economía de la región.

6. Integrar energía renovable y conservación ambiental

La ecovoltaica ofrece una solución sostenible para mitigar los impactos negativos de los proyectos solares convencionales sobre las comunidades locales y los ecosistemas, como la generación de polvo y la creación de islas de calor. Los sistemas ecovoltaicos bien planificados producen energía limpia y promueven el bienestar ecológico y social. Además, la ecovoltaica puede crear hábitats para polinizadores y especies en peligro, proporcionar microclimas que mitiguen los efectos de eventos climáticos extremos agravados por el cambio climático y controlar la acumulación de polvo que afecta tanto la generación de energía como la salud de los residentes locales.

La integración de cultivos de cobertura y plantas nativas en sistemas ecovoltaicos mejora la biodiversidad, fomenta la salud del suelo y reduce la erosión, al mismo tiempo que mantiene una relación funcional entre la infraestructura de energía renovable y el entorno. Los ingresos generados por las instalaciones ecovoltaicas pueden financiar el mantenimiento del hábitat, contribuyendo a proyectos de conectividad y a la sostenibilidad a largo plazo de los planes de restauración de ecosistemas.

7. Contribuir a una transición equitativa hacia la energía limpia

La agrivoltaica ofrece una buena oportunidad para que los agricultores mantengan sus tierras en producción durante la transición hacia la energía limpia, integrando generación de energía solar con producción agrícola. Esta solución facilita

una transición equitativa hacia energías limpias al tiempo que aborda cuestiones relacionadas con el uso de la tierra, el agua y la viabilidad económica. La agrivoltaica demuestra la compatibilidad entre la agricultura y la producción de energías renovables, maximizando los beneficios tanto de las energías limpias como del medio ambiente, y apoyando una economía agrícola saludable.

Por otro lado, la ecovoltaica puede facilitar la transición hacia la energía limpia y abordar problemas ecológicos y ambientales en la misma tierra. Si la ecovoltaica se establece como el estándar para las nuevas instalaciones de paneles solares, el aumento en la generación de energía solar también puede fortalecer la resiliencia ambiental y mejorar las funciones ecosistémicas, proporcionando múltiples beneficios para todos.

8. Crear nueva infraestructura que puede ayudar con la agricultura de precisión y la automatización

Los sistemas agrivoltaicos tienen sinergias con la agricultura inteligente y las tecnologías de automatización, facilitando a los agricultores la integración de equipos avanzados actuales y

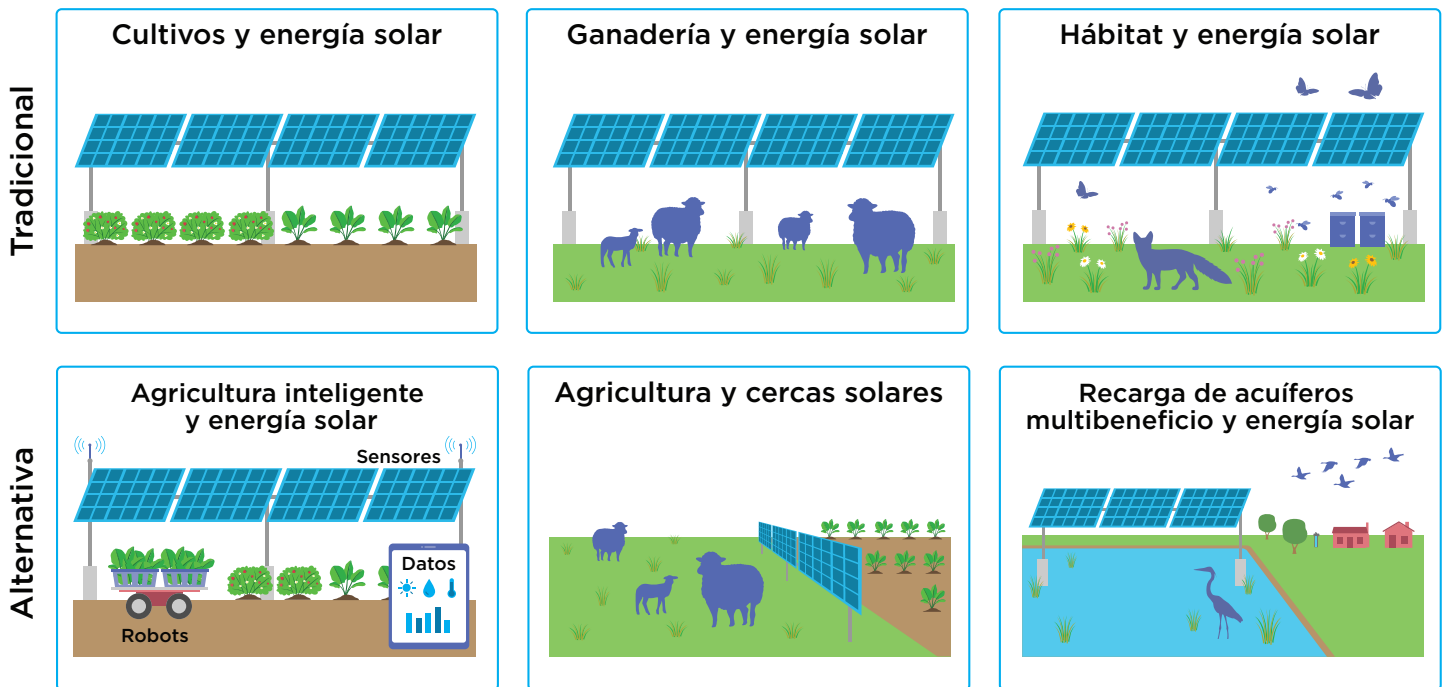
futuros. La infraestructura de estos sistemas puede acomodar y proporcionar energía a dispositivos de comunicación, robótica y sensores, mejorando la eficiencia, precisión y sostenibilidad de la agricultura. Por ejemplo, la infraestructura de los paneles solares puede incluir elementos de agricultura de precisión y automatización, como conexiones a internet y dispositivos electrónicos para medir y transferir datos (por ejemplo, evapotranspiración), facilitando así la toma de decisiones basada en datos mediante el monitoreo y la mecánica automatizada.

Cuatro recomendaciones para incentivar sistemas agrivoltaicos y ecovoltaicos

1. Incentivar el acceso a la financiamiento de sistemas agrivoltaicos

Los beneficios financieros proporcionados por la agrivoltaica son la principal motivación para que agricultores inviertan en estos sistemas. No obstante, encuestas y entrevistas con agricultores en Estados Unidos y otros países indican que el alto costo inicial es el mayor obstáculo para su adopción (Cuppari et al. 2024). Por ello, los incentivos para implementar sistemas agrivoltaicos

FIGURA. Sistemas Agrivoltaicos y Ecovoltaicos



Aquí se presentan los sistemas agrivoltaicos y ecovoltaicos y sus diferentes opciones de implementación. Las imágenes de arriba muestran los usos tradicionales de la agrivoltaica para cultivos y ganado, y de la ecovoltaica para la conservación de hábitats. Las imágenes de abajo ilustran ideas alternativas que permiten múltiples usos del suelo y de la infraestructura, logrando obtener aún más beneficios en comparación con los usos tradicionales.

deben enfocarse tanto en reducir los costos de instalación como en garantizar ingresos o ahorros en electricidad.

El financiamiento a través de préstamos a bajo interés o subvenciones puede hacer que la agrivoltaica sea más asequible, especialmente para los pequeños agricultores con acceso limitado a capital. Además, los sistemas agrivoltaicos pueden ser compatibles con otros incentivos económicos orientados a la conservación del medio ambiente, la agricultura inteligente y las prácticas sostenibles. Proyectos liderados por la comunidad, centrados en la conservación o promovidos por los propios agricultores pueden formar asociaciones con desarrolladores solares privados. Estas asociaciones pueden diseñar colaborativamente los proyectos, definir los beneficios generados y establecer acuerdos claros sobre los costos e ingresos.

2. Financiar proyectos piloto y de demostración

Dado que la implementación de la agrivoltaica en California sigue siendo limitada, los proyectos piloto son cruciales para demostrar la viabilidad de estos sistemas. Estos proyectos también proporcionan más datos que informan sobre las formas más efectivas de implementar diferentes diseños de sistemas agrivoltaicos, como el espaciado de los paneles y la selección de cultivos para diferentes subregiones de California. A medida que el campo de la agrivoltaica crece, los proyectos de demostración ayudan a los agricultores a aprender sobre la implementación y manejo de los sistemas agrivoltaicos.

3. Diseñar sistemas centrados en los agricultores con asistencia técnica y de alcance

Los agricultores deben tener en cuenta numerosos aspectos logísticos y técnicos al instalar sistemas agrivoltaicos, como los tipos de cultivos que van a crecer, la maquinaria necesaria, la disposición de los paneles solares, las relaciones con las comunidades cercanas y la interacción entre el desarrollador solar y el propietario de la tierra. Brindar asistencia técnica para abordar estas decisiones es crucial para fomentar la adopción de sistemas agrivoltaicos y asegurar que se diseñen adecuadamente para maximizar múltiples beneficios, mientras se mantienen económicamente viables. Organizaciones educativas y especialistas en extensión académica familiarizados con la tecnología y las necesidades de la comunidad pueden desempeñar un papel clave facilitando la asistencia técnica y la difusión de la información.

Los proyectos de demostración y aprender de otros agricultores son herramientas efectivas para ayudar a superar los desafíos en la transición a sistemas agrivoltaicos. Estos métodos, que a menudo son preferidos por los agricultores, ofrecen ejemplos prácticos y experiencias compartidas. Agricultores respetados pueden apoyar siendo modelos a seguir para los demás, influenciando positivamente a sus pares en la toma de decisiones correctas.

4. Incentivar la adopción de sistemas ecovoltaicos en lugar de proyectos solares tradicionales

Los sistemas ecovoltaicos pueden ser el mejor estándar para los proyectos de energía solar, al ofrecer múltiples beneficios mediante el uso multifuncional del suelo. Una opción innovadora y prometedora es la integración de ecovoltaica con recarga de acuíferos (ver la figura). Este tipo de proyectos pueden crear escenarios de beneficios múltiples para agricultores, propietarios de tierras, el sector de energías renovables, el medio ambiente y las comunidades aledañas. La recarga de acuíferos promueve la seguridad hídrica para las comunidades locales y los agricultores, y al mismo tiempo apoya la creación de un hábitat natural que mejora la calidad del aire. Además, la sociedad en su conjunto se beneficia de la generación de energías limpias y la restauración del hábitat.

Los acuerdos de servidumbre de conservación pueden incentivar la adopción de sistemas ecovoltaicos que aseguren funciones esenciales del ecosistema, como la creación de hábitats para la vida silvestre, la mejora de la salud ambiental y el aumento de la resiliencia frente a inundaciones y sequías. Estos acuerdos también pueden mejorar la salud ambiental de las comunidades cercanas. Asimismo, los acuerdos de beneficios comunitarios entre las comunidades locales y los desarrolladores de proyectos ecovoltaicos pueden ayudar a evitar retrasos o problemas legales, al tiempo que apoyan las necesidades y perspectivas de las comunidades involucradas.

Tres consideraciones para la implementación de agrivoltaica y ecovoltaica

1. Costos

Los sistemas agrivoltaicos generalmente tienen costos de inversión más elevados en comparación con sistemas solares fotovoltaicos tradicionales montados en el suelo. Por ejemplo, puede ser necesario elevar los paneles a mayor altura, y los agricultores pueden necesitar nueva maquinaria y entrenamiento. El costo adicional de capital de los sistemas agrivoltaicos varía entre \$0.07 y \$0.80 por vatio de corriente directa comparado con instalaciones fotovoltaicas tradicionales, dependiendo del diseño y las prácticas agrícolas empleadas.

Por otro lado, los sistemas ecovoltaicos se diseñan y manejan para promover las funciones del ecosistema. Por ejemplo, paneles solares móviles pueden configurarse para proporcionar sombra en momentos específicos del día, y paneles colocados más juntos pueden ayudar a reducir la evaporación del suelo. Aunque algunos diseños ecovoltaicos pueden requerir una inversión inicial un poco más alta, también se pueden integrar prácticas ecovoltaicas en proyectos solares existentes con un costo mínimo.

La electricidad generada por los sistemas agrivoltaicos, utilizada en el propio sitio, puede ofrecer beneficios financieros, especialmente para las granjas con un alto consumo energético.

Por ejemplo, se pueden plantar especies nativas o para atraer polinizadores bajo los paneles sin necesidad de realizar cambios significativos en el diseño de los proyectos solares.

2. Permisos

Obtener permisos para proyectos de energía limpia en California se ha vuelto un proceso prolongado. Sin embargo, los sistemas agrivoltaicos están en una posición ventajosa en comparación con los sistemas solares tradicionales. Debido a que los gobiernos locales tienen una autoridad limitada para prohibir el desarrollo de energía solar para uso en el sitio, los agricultores pueden obtener permisos de manera más sencilla. La electricidad generada por los sistemas agrivoltaicos, utilizada en el propio sitio, puede ofrecer beneficios financieros significativos, especialmente para las granjas con un alto consumo energético.

Uno de los principales obstáculos para la obtención de permisos de energía limpia ha sido la oposición de comunidades locales, lo que provoca retrasos y litigios. Estos retrasos suelen ser justos cuando los desarrolladores solares no consideran adecuadamente el impacto de la infraestructura en las comunidades vecinas. Los líderes en agrivoltaica pueden facilitar el proceso de desarrollo de energía limpia al involucrar a grupos locales, como los agricultores y trabajadores del campo que mantendrán las tierras involucradas en el proyecto.

No obstante, los sistemas agrivoltaicos también enfrentan desafíos específicos que podrían complicar los procesos de solicitud de permisos. Por ejemplo, algunas servidumbres de tierras o incentivos fiscales destinados a la agricultura y la conservación pueden no ser claros en cuanto a si los sistemas agrivoltaicos califican, lo que puede provocar retrasos en la obtención de los permisos necesarios. Es fundamental clarificar estas políticas para alentar la transición de determinadas tierras agrícolas hacia la agrivoltaica.

3. Financiamiento

Las posibles fuentes de financiamiento federales y estatales, incluyendo reembolsos, pueden utilizarse para la implementación, construcción, planificación y asistencia técnica de proyectos de energía solar. Considere las siguientes:

- **Departamento de Agricultura de Estados Unidos:** [Programa Energía Rural para América](#) y [Rural Utilities Service \(Servicios Públicos Rurales\)](#)
- **Departamento de Energía de Estados Unidos:** [State Energy Program \(Programa Estatal de Energía\)](#) y [Oficina de Tecnologías de Energía Solar](#)
- **Departamento de Alimentación y Agricultura de California:** [Pollinator Habitat Program \(Programa de Hábitats para Polinizadores\)](#)
- **Universidad Carolina del Norte:** [Database of State Incentives for Renewables and Efficiency \(Base de datos de incentivos estatales para promover las energías renovables y la eficiencia energética\)](#)

Authors

Angel Santiago Fernandez-Bou es científico sénior del Clima de los Estados Unidos Occidentales para el Programa de Clima y Energía de la Unión de Científicos Conscientes. **José M. Rodríguez-Flores** es analista senior en el Environmental Defense Fund. **Rosa Isabella Cuppari** es estudiante de doctorado en la Universidad de Carolina del Norte, Chapel Hill. **Vivian Yang** es una analista de energía de los Estados Unidos Occidentales para el Programa de Clima y Energía de la Unión de Científicos Conscientes.

Agradecimientos

Este trabajo fue posible gracias al financiamiento de la Entidad de Apoyo Estatal (Self-Help Enterprises y Environmental Defense Fund) del [Multibenefit Land Repurposing Program of the California Department of Conservation \(Programa de Reúso de Tierras Agrícolas con Beneficios Múltiples del Departamento de Conservación\)](#) y el generoso apoyo de los miembros de la Unión de Científicos Conscientes. Los autores agradecen a Sonia Sanchez y Stephanie Mercado de Self-Help Enterprises, Gopal Penny del Environmental Defense Fund, y Molly Daniels y Katie Riley de Environmental Incentives por sus contribuciones y apoyo. También agradecemos a los revisores expertos que nos ayudaron a mejorar este documento y prefieren permanecer en el anonimato.

Las afiliaciones organizacionales se mencionan sólo con fines de identificación. Las opiniones expresadas aquí no reflejan necesariamente las de las organizaciones que financiaron el trabajo o las de las personas que lo revisaron. Los autores asumen la responsabilidad exclusiva del contenido del informe.

Referencias

- Adeh, E. H., J. S. Selker, y C. W. Higgins. 2018. "Remarkable Agrivoltaic Influence on Soil Moisture, Micrometeorology and Water-Use Efficiency." *PLOS One* 13 (11): e0203256. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203256>
- Cuppari, R. I., A. S. Fernandez-Bou, G. Characklis, M. Nocco, M. Ramirez, y M Abou-Najm. "Response to Reviewers for: Drivers of Agrivoltaic Perception in California and North Carolina." *Environmental Research: Food Systems*. <https://doi.org/10.1088/2976-601X/ad5449>
- EDF (Environmental Defense Fund). 2021. *Advancing Strategic Land Repurposing and Groundwater Sustainability in California*. Washington, DC. https://www.edf.org/sites/default/files/documents/EDF_Advancing%20Land%20Repurposing_March2021.pdf
- Fernandez-Bou, A. S., J. M. Rodríguez-Flores, A. Guzman, J. P. Ortiz-Partida, L. M. Classen-Rodríguez, P. A. Sánchez-Pérez, J. Valero-Fandiño, C. Pells, H. Flores-Landeros, S. Sandoval-Solís, et al. 2023. "Water, Environment, and Socioeconomic Justice in California: A Multi-benefit Cropland Repurposing Framework." *Science of The Total Environment* 858: 159963. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159963>
- Horowitz, K., V. Ramasamy, J. Macknick, y R. Margolis. 2020. *Capital Costs for Dual-Use Photovoltaic Installations: 2020 Benchmark for Ground-Mounted PV Systems with Pollinator-Friendly Vegetation, Grazing, and Crops* (NREL/TP-6A20-77811, 1756713, MainId: 30726). Golden, CO: National Renewable Energy Lab. <https://doi.org/10.2172/1756713>
- O'Connell, D. J., y S. J. Peters. 2021. *In the Struggle: Scholars and the Fight against Industrial Agribusiness in California*. New York: New Village Press.
- Stott, D. E., y B. N. Moebius-Clune. 2017. "Soil Health: Challenges and Opportunities." In *Global Soil Security*, edited by D. J. Field, C. L. S. Morgan, and A. B. McBratney, 109–121. New York: Springer.
- Sturchio, M. A., y A. K. Knapp. 2023. "Ecovoltaic Principles for a More Sustainable, Ecologically Informed Solar Energy Future." *Nature Ecology & Evolution* 7 (11): 1746–49. <https://doi.org/10.1038/s41559-023-02174-x>
- Tölgyesi, C., Z. Bátor, J. Pascarella, L. Erdős, P. Török, P. Batáry, K. Birkhofer, L. Scherer, R. Michalko, O. Košulič, et al. 2023. "Ecovoltaics: Framework and Future Research Directions to Reconcile Land-Based Solar Power Development with Ecosystem Conservation." *Biological Conservation* 285: 110242. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110242>
- Warmann, E., G. D. Jenerette, y G. A. Barron-Gafford. 2024. "Agrivoltaic System Design Tools for Managing Trade-Offs between Energy Production, Crop Productivity and Water Consumption." *Environmental Research Letters* 19 (3): 034046. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad2ab8>

es.ucsusa.org/recursos/sistemas-agrivoltaicos-y-ecovoltaicos
www.ucsusa.org/resources/agrivoltaics-and-ecovoltaics



Una Tierra Vital. Para todos. Trabajamos para estabilizar el clima, para fortalecer la capacidad de las personas y la naturaleza para prosperar, y para apoyar la salud de las personas.

123 Mission St, 28th Floor
San Francisco, California 94105
(415) 293-6050
blogs.edf.org/waterfront



Self-Help Enterprises es una organización de desarrollo comunitario de reconocimiento nacional, cuya misión es colaborar con familias de bajos ingresos para construir y mantener hogares y comunidades saludables. Desde 1965, los esfuerzos de Self-Help Enterprises han impactado positivamente la vida de más de 65,000 familias.

8445 W Elowin Ct
Visalia, CA 93291
(559) 651-1000
www.selfhelpenterprises.org



Nuestro propósito es crear las condiciones para que las comunidades humanas y naturales prosperen. Lo logramos ayudando a nuestros aliados a mejorar el rendimiento de los programas de conservación y desarrollo.

www.enviroincentives.com



La Unión de Científicos Conscientes (Union of Concerned Scientists) realiza investigación científica independiente y rigurosa, y la pone en práctica para desarrollar soluciones y defender un futuro sano, seguro y justo

NATIONAL HEADQUARTERS
Two Brattle Square
Cambridge, MA 02138-3780
(617) 547-5552