



Universidad de Jaén



Agrovoltaica en el Olivar.

Pedro Pérez Higuera
pjperez@ujaen.es



Presentación

Pedro Pérez Higuera: Catedrático de Tecnología Electrónica de la Universidad de Jaén

- > 30 años de docencia e investigación en el campo de la fotovoltaica
- > 35 proyectos de I+D+i y contratos de transferencia con empresas
- > 150 publicaciones en revistas y congresos

Proyecto UNIVER (UNiversidad VERde) SE/00383/95/ES/UK
200 kW instalados en el Campus de la Universidad de Jaén en
1998 (hace 25 años)



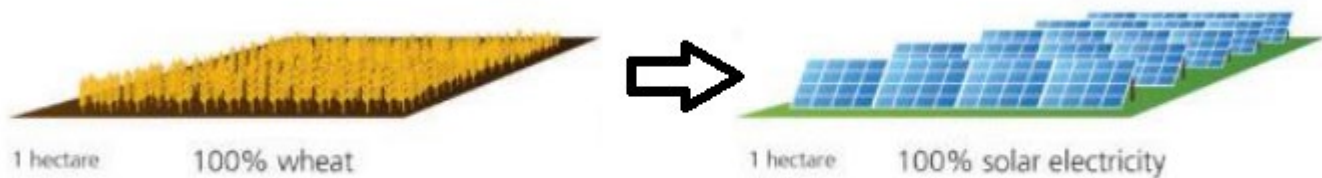
Que es la Agrivoltaica

Agrivoltaica = Agricultura + Fotovoltaica

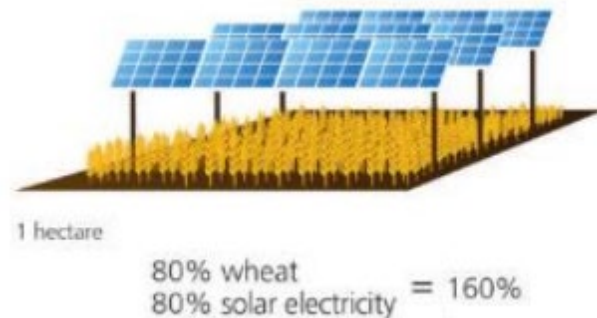
Agrivoltaica (*Agrovoltaica, Agrifotovoltaica, Agri-PV*) es el uso combinado de una misma superficie de terreno tanto para la producción agrícola, como uso principal, como para la producción de electricidad mediante un sistema fotovoltaico, como uso secundario, es decir, la Agrivoltaica es la **integración** de instalaciones fotovoltaicas en cultivos agrícolas.

La agrivoltaica pretende, entre otras cosas, evitar la **sustitución** de superficie agrícola por instalaciones fotovoltaicas.

SUTITUCION



INTEGRACION



El uso combinado aumenta el rendimiento del terreno en un 60%

Que es la Agrivoltaica

SUTITUCION



1 hectare 100% wheat



1 hectare 100% solar electricity

INTEGRACION (Superposición)



1 hectare

80% wheat
80% solar electricity = 160%

El uso combinado aumenta la eficiencia del terreno en un 60%, pero el cultivo se reduce un 20%

INTEGRACION (Optimización)



1 hectare

103% potatoes
83% solar electricity = 186%

El uso combinado aumenta la eficiencia del terreno en un 86%, y el cultivo aumenta un 3%

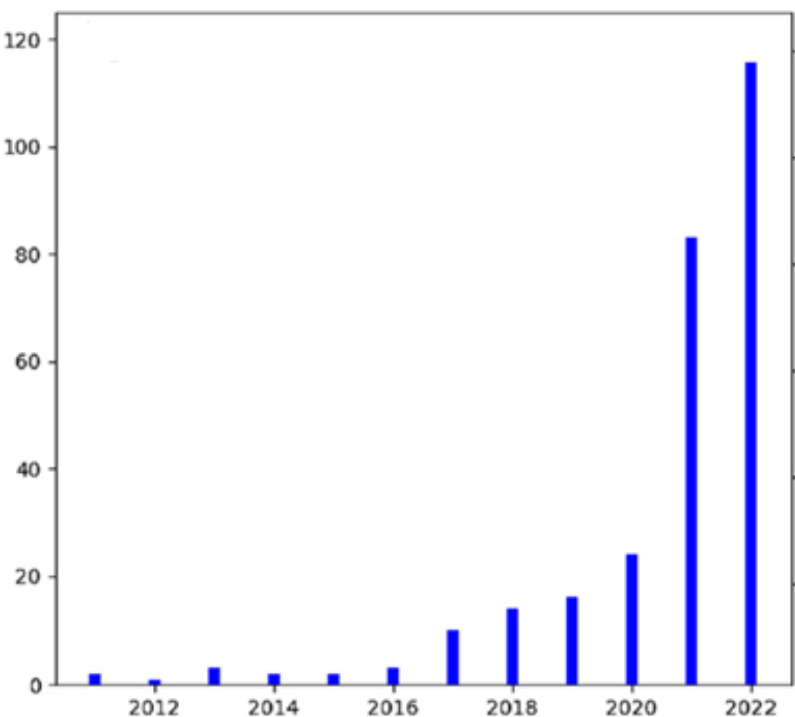
Optimización



Evolución de la agrivoltaica



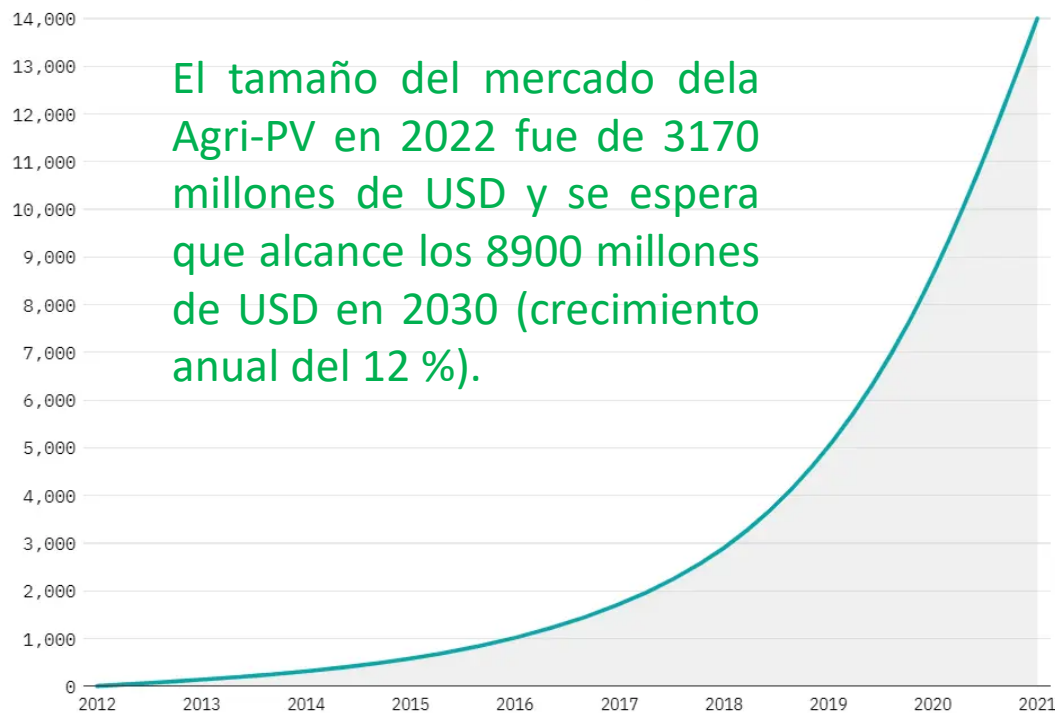
Publicaciones científicas relacionadas con Agrivoltaica



Mercado de la agrivoltaica

Agrivoltaics are booming

Installed agrivoltaic capacity worldwide, 2012–21 (MW)



El tamaño del mercado de la Agri-PV en 2022 fue de 3170 millones de USD y se espera que alcance los 8900 millones de USD en 2030 (crecimiento anual del 12 %).

Source: Fraunhofer Society

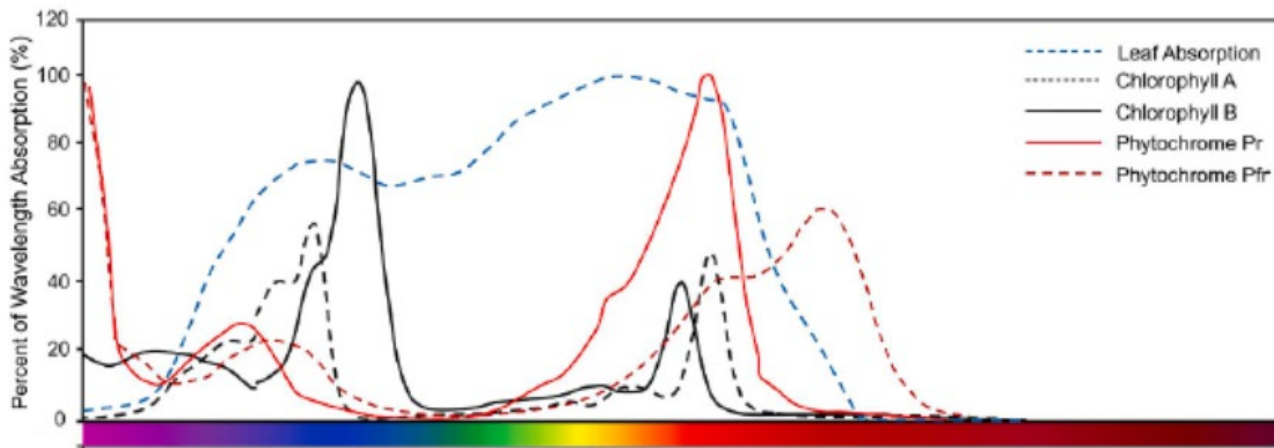
ENERGYMONITOR

El mercado de la Agrivoltaica es solo el 1,2 % del mercado global de la fotovoltaica

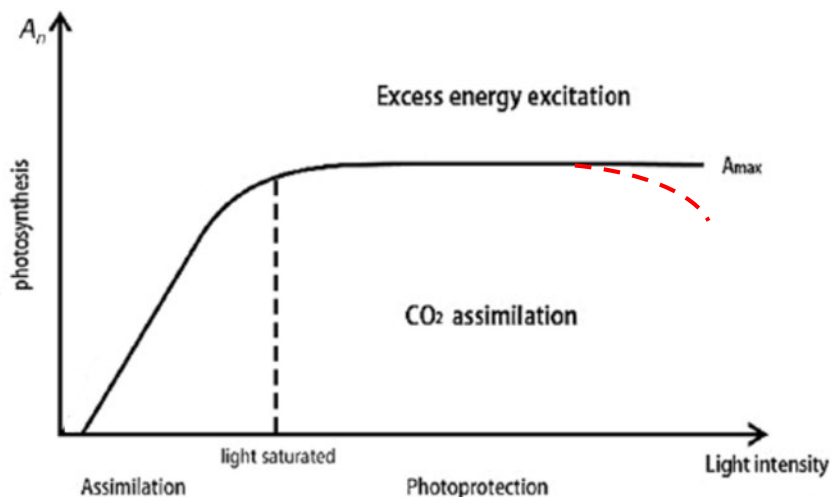


Ideas básicas sobre agrivoltaica

IDEA 1: De toda la luz solar que reciben las plantas, aprovechan sólo una parte de todo el espectro, el resto de la radiación, no la usan o la usan muy poco.

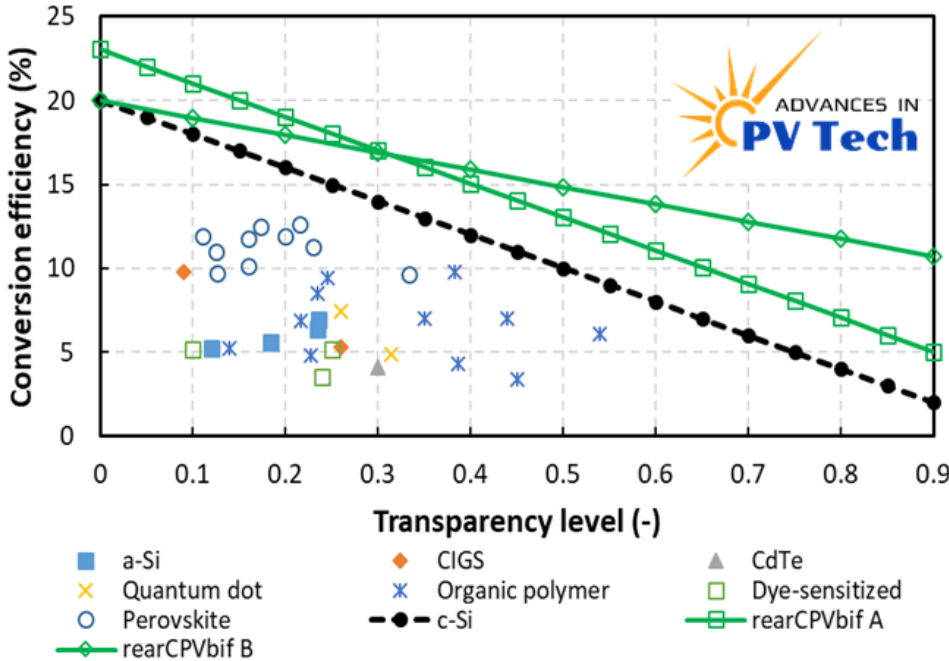


IDEA 2: Una vez que una planta aprovecha al máximo su capacidad de utilizar la luz solar para la fotosíntesis, si recibe más luz no la aprovecha, e incluso, puede reducir su productividad.

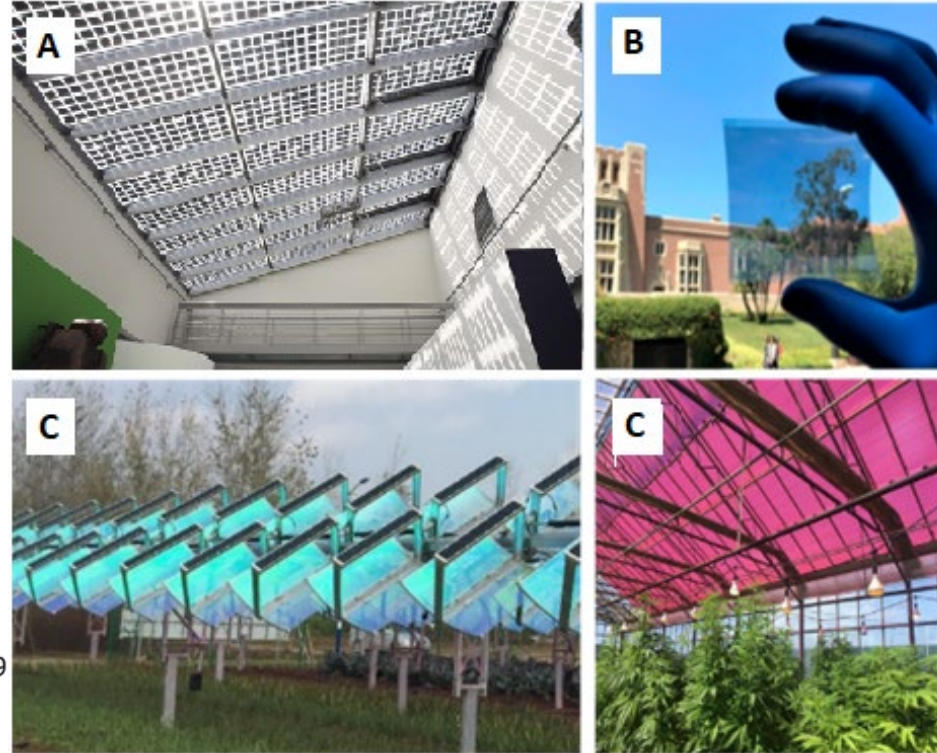


Módulos FV semitransparentes

Módulos fotovoltaicos que dejan pasar cierta parte de la radiación, sin o con el espectro modificado

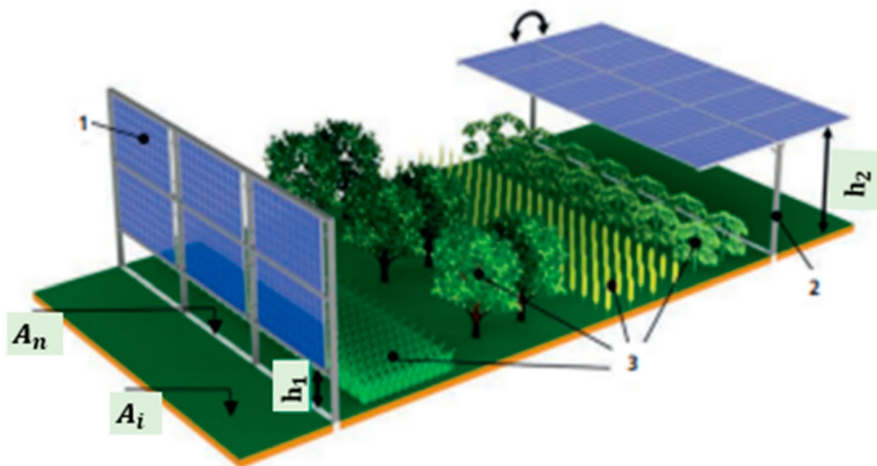
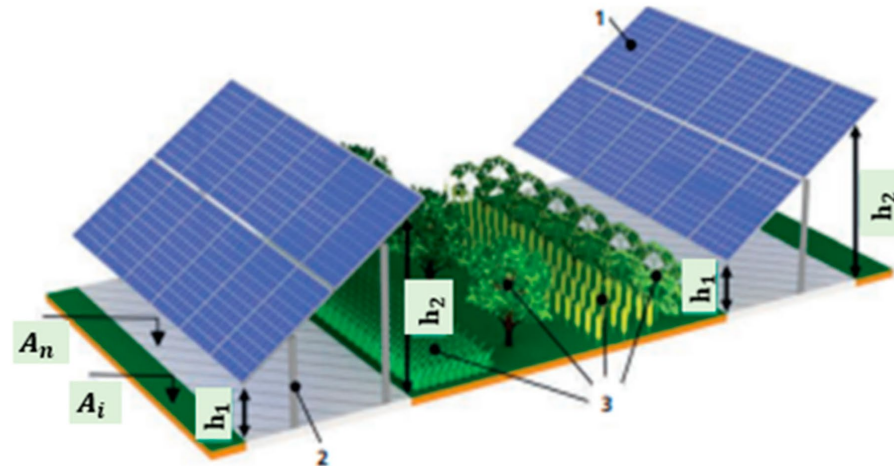
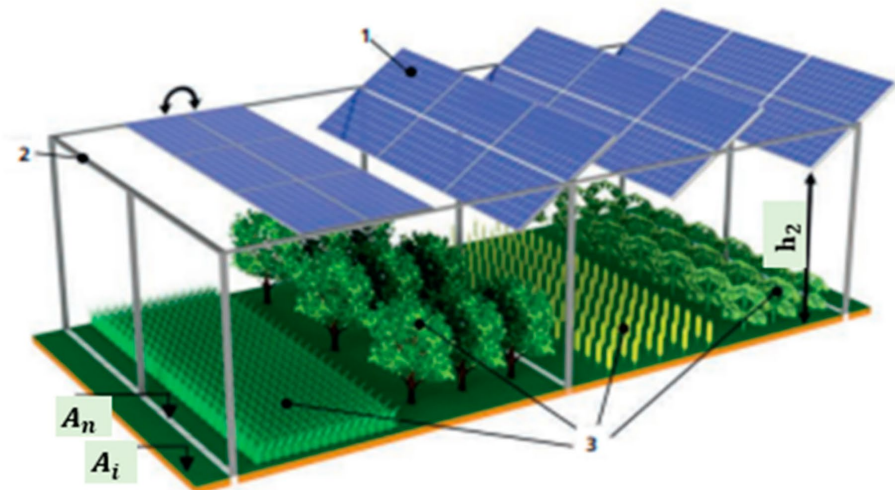


Estos tipos de módulos no se suelen usar en instalaciones FV convencionales pero son de interés para la Agrivoltaica



Módulo FV semitransparente:

- A) Silicio (Convencional)
- B) Silicio Amorfo o CdTe
- C) Concentración y separación de espectros
- D) Luminescent Solar Concentrators (LSCs)



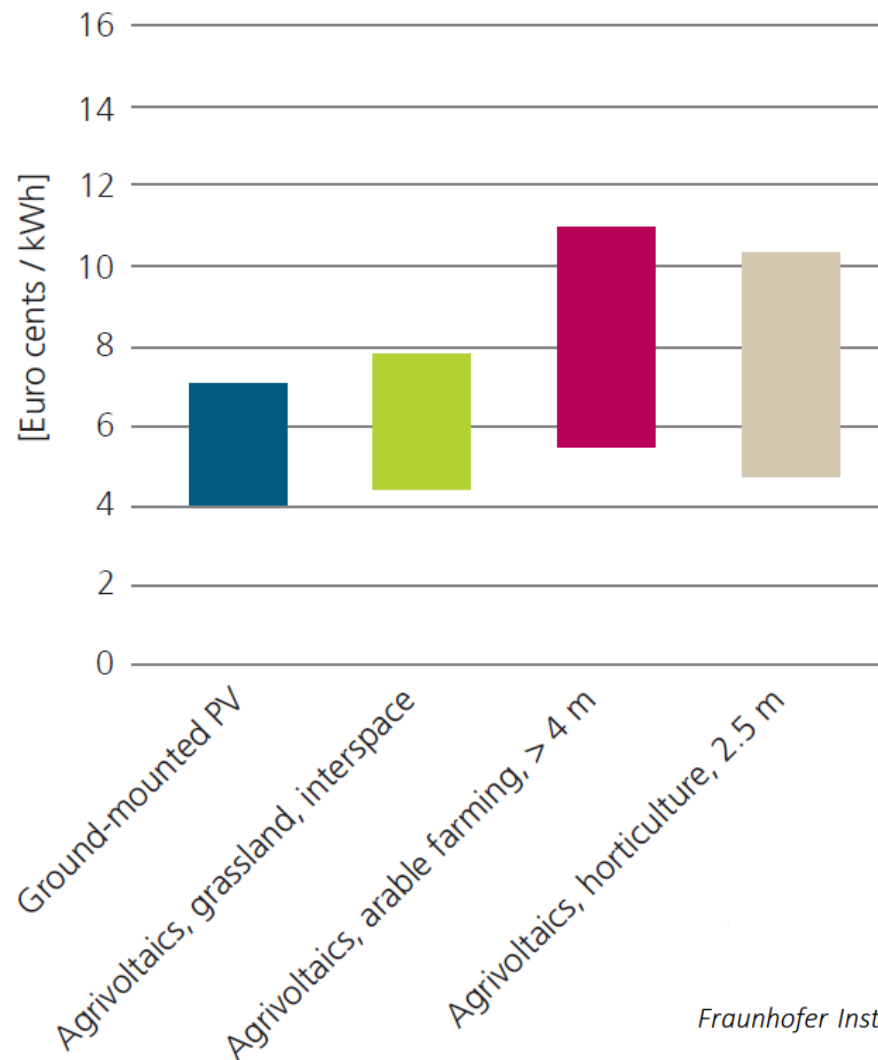
- A_n . Cultivated agricultural area
- A_i . Uncultivated agricultural area
- h_1 . Installation height greater than 2.1 m
- h_2 . Installation height less than 2.1 m
- 1. Examples of PV modules
- 2. Mounting structure
- 3. Examples of crops

Fraunhofer Institute



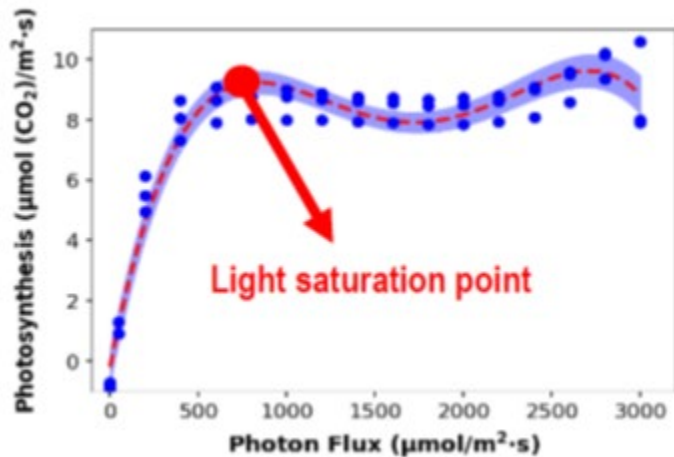
Coste de la agrivoltaica

Estimación del coste nivelado de la electricidad (LCOE) para un instalación fotovoltaica convencional y para diferentes tipos de instalaciones agrivoltaicas

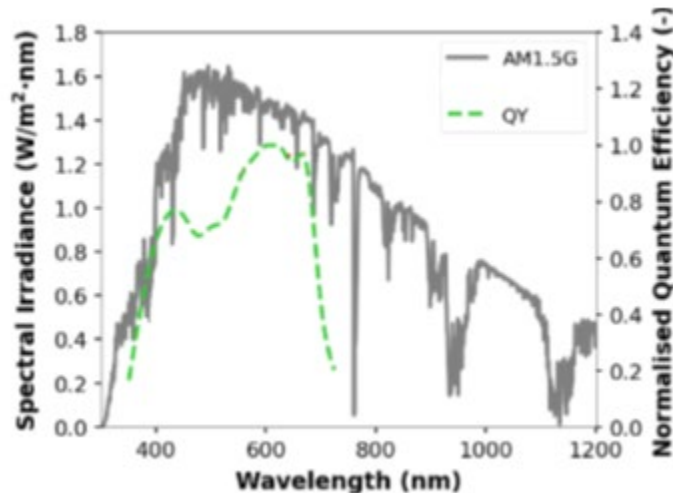


Acciones a realizar para mejorar las cosechas:

- Controlar la intensidad de la luz solar que recibe el cultivo
- Filtrar adecuadamente el espectro solar
- Mejorar la uniformidad de la luz que recibe el cultivo (evitar zonas sombreadas)



Photosynthesis vs photon flux for a Green Zebra Tomato



AM1.5G reference spectrum and Quantum Yield of Green Zebra Tomato





Olivoltaica

Potencial de los sistemas agrivoltaicos en los olivares de la región mediterránea

En la actualidad, hay plantadas más de 11 millones de hectáreas de olivar, lo que lo convierte en la plantación permanente que ocupa una mayor superficie de la agricultura mundial. La mayor parte del olivar se encuentra en la cuenca mediterránea.

Distribución del olivar el Mediterráneo



<https://doi.org/10.3390/agriculture10110509>

Principales países productores:

| | |
|---------------|---------|
| 1. España: | 2,5 Mha |
| 2. Túnez: | 1,6 Mha |
| 3. Italia: | 1,2 Mha |
| 4. Grecia: | 1,1 Mha |
| 5. Marruecos: | 1,0 Mha |
| 6. Turquía: | 0,8 Mha |
| 7. Siria: | 0,6 Mha |
| 8. Portugal: | 0,3 Mha |
| 9 Argelia: | 0,3 Mha |

En España, hay unas 2,5 millones de hectáreas, suponiendo que la olivoltaica necesita 5 ha para 1 MWp (10% ocupación) implica que el **potencia en España es de 500 GWp**

Usando un 1% del potencial olivoltaico se podría instalar 5 GWp



Tipos de cultivos del olivar

Cultivo tradicional

Baja densidad de plantación
(entre 80 y 100 olivos por hectárea)

Separación entre olivos:
10 - 12 metros

Altura: 3 - 4 m



Cultivo intensivo

Media densidad de plantación
(entre 200 y 600 olivos por hectárea)

Separación entre olivos:
4 - 8 metros

Altura: 2 - 3 m



Cultivo superintensivo

Alta densidad de plantación
(hasta 2000 olivos por hectárea)

Separación entre olivos:
< 4 metros

Altura: < 2 m

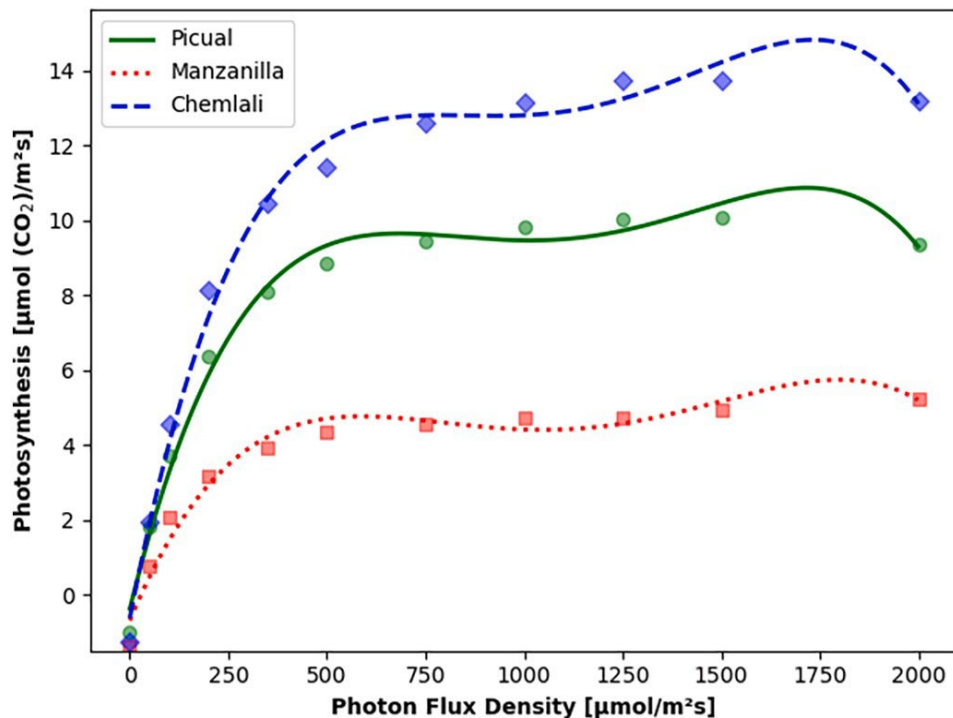


Variedades de aceituna

Hay mas de 1000 variedades de aceituna.

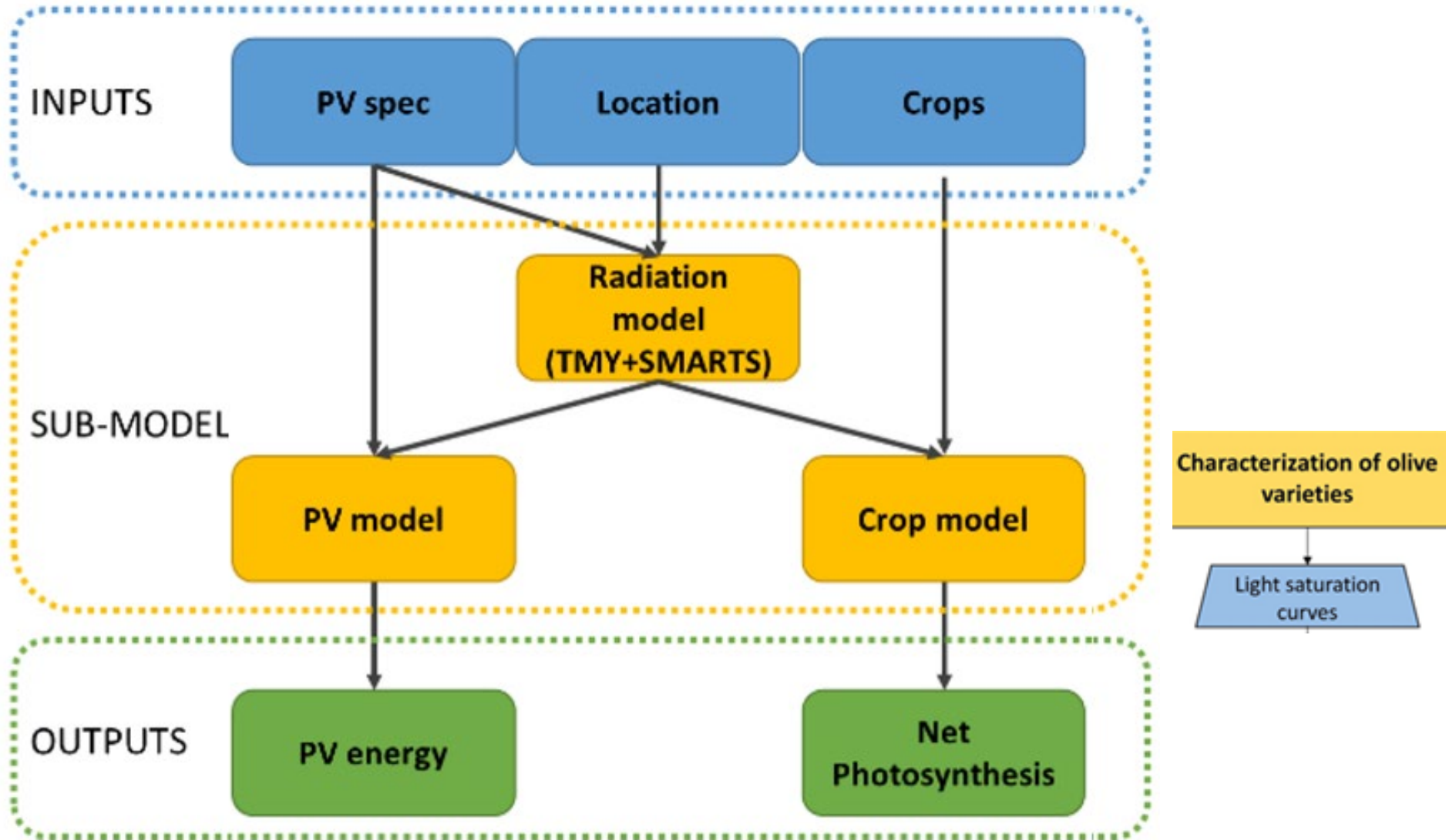
En España más de 200 variedades (Picual, hojiblanca, arbequina, manzanilla, royal, etc.)

Cada variedad de aceituna presenta un patrón de crecimiento particular en función de la radiación recibida a lo largo del año. También influyen otros factores como humedad, temperatura, etc.



Sistemas agrivoltaicos en los olivares de la región mediterránea

Metodología empleada en Olivoltaica

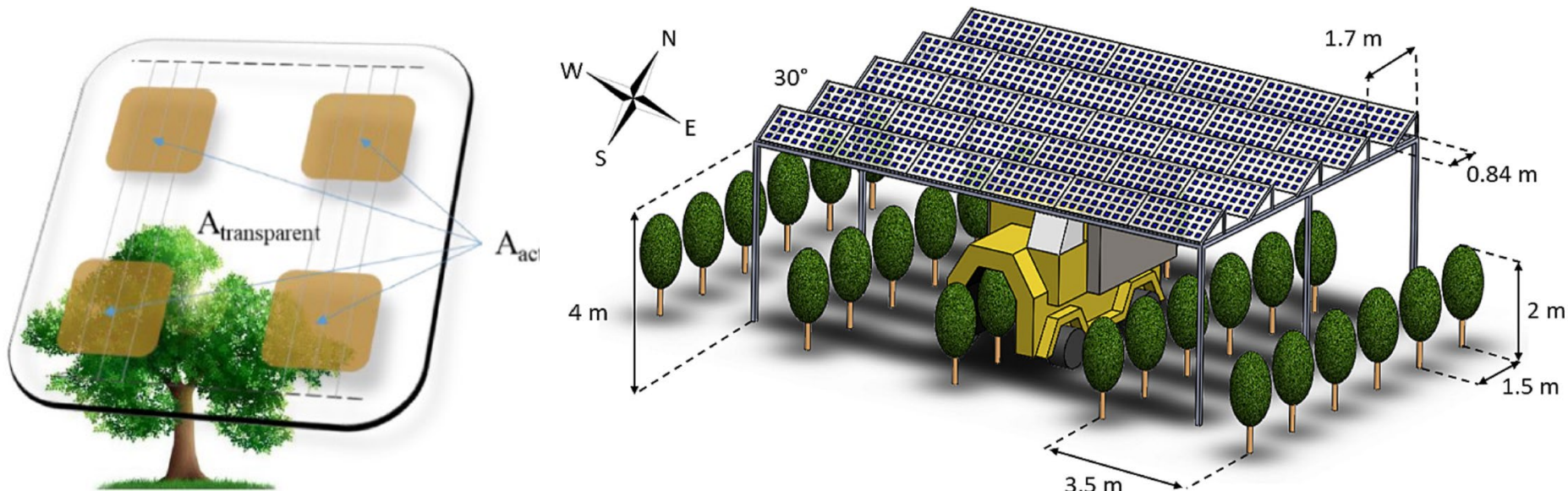


Estudio del potencial

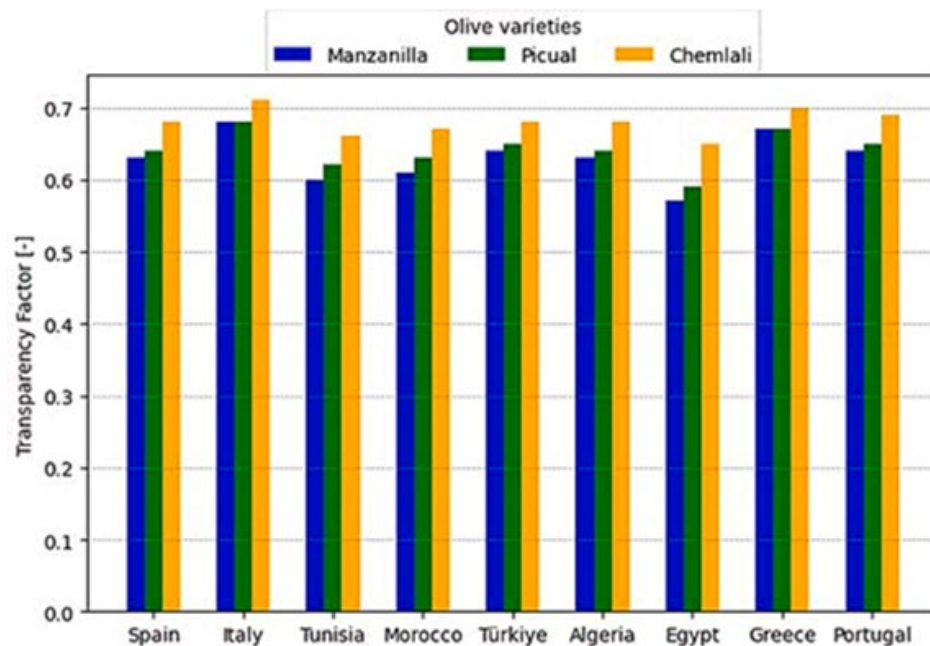
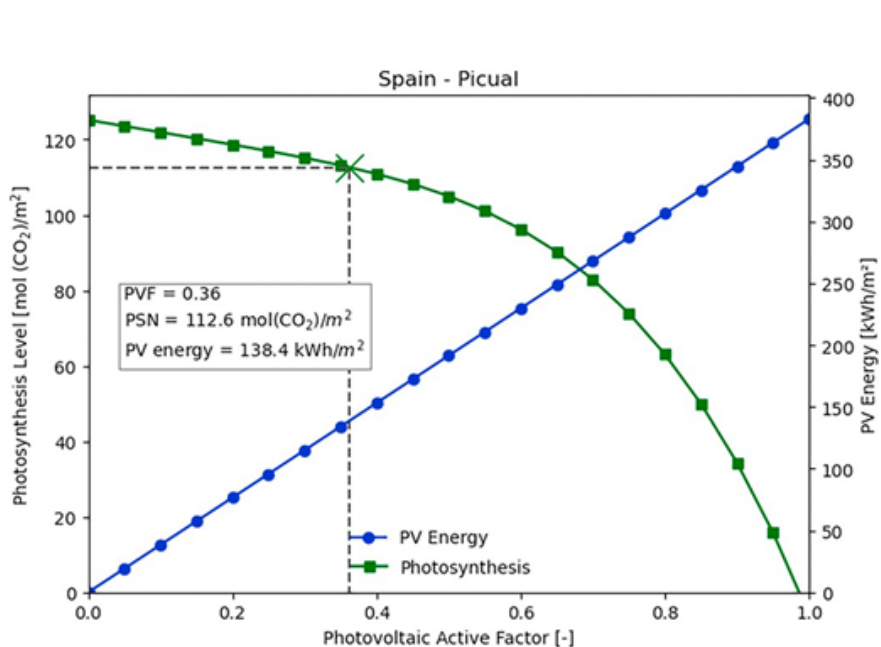
OBJETIVO: El objetivo del estudio es la evaluación de la integración de los sistemas fotovoltaicos en los olivares existentes en la región mediterránea.

En este trabajo se analiza el uso de módulos FV **semitransparentes** en olivar **superintensivo** usando **estructuras soporte aéreas**.

METODOLOGIA: Se utiliza un **modelo dual (FV-Agro)** para realizar los cálculos. Este modelo personaliza los resultados en función de los **parámetros meteorológicos** del emplazamiento y de la **curva fotosintética** de respuesta a la luz del cultivar de olivo.



RESULTADOS: Los resultados indican que los niveles de transparencia varían entre 0,57 y 0,71

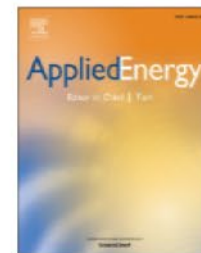


ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Applied Energy

journal homepage: www.elsevier.com/locate/apenergy



Potential of agrivoltaics systems into olive groves in the Mediterranean region

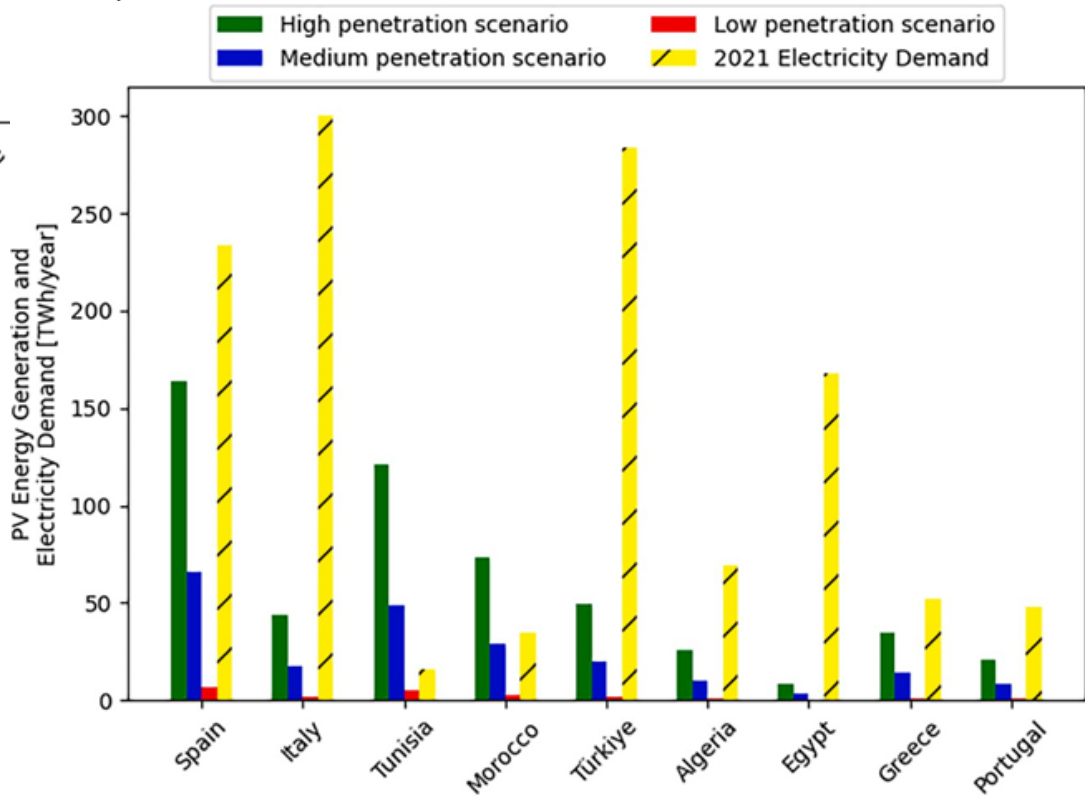
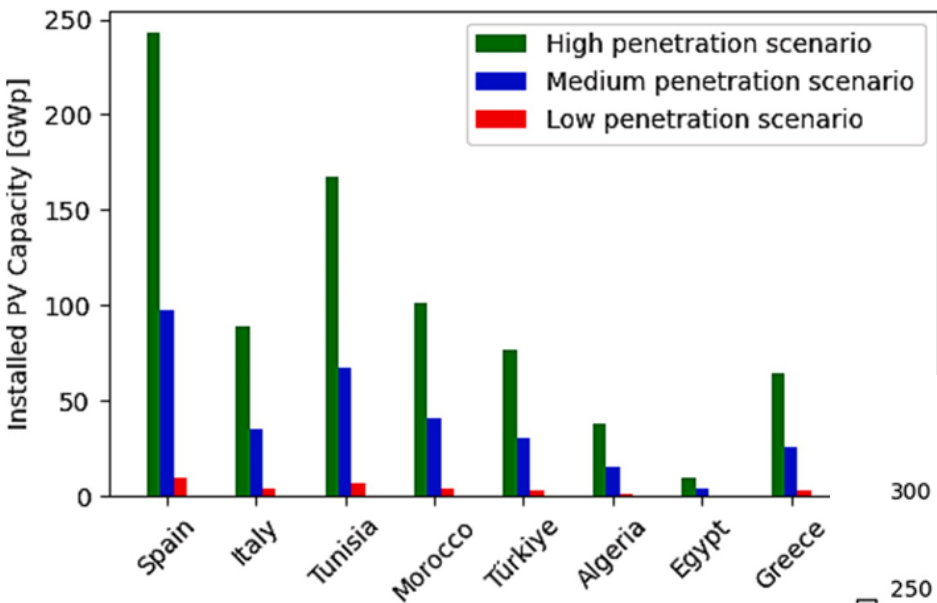
Applied Energy 352 (2023) 121988



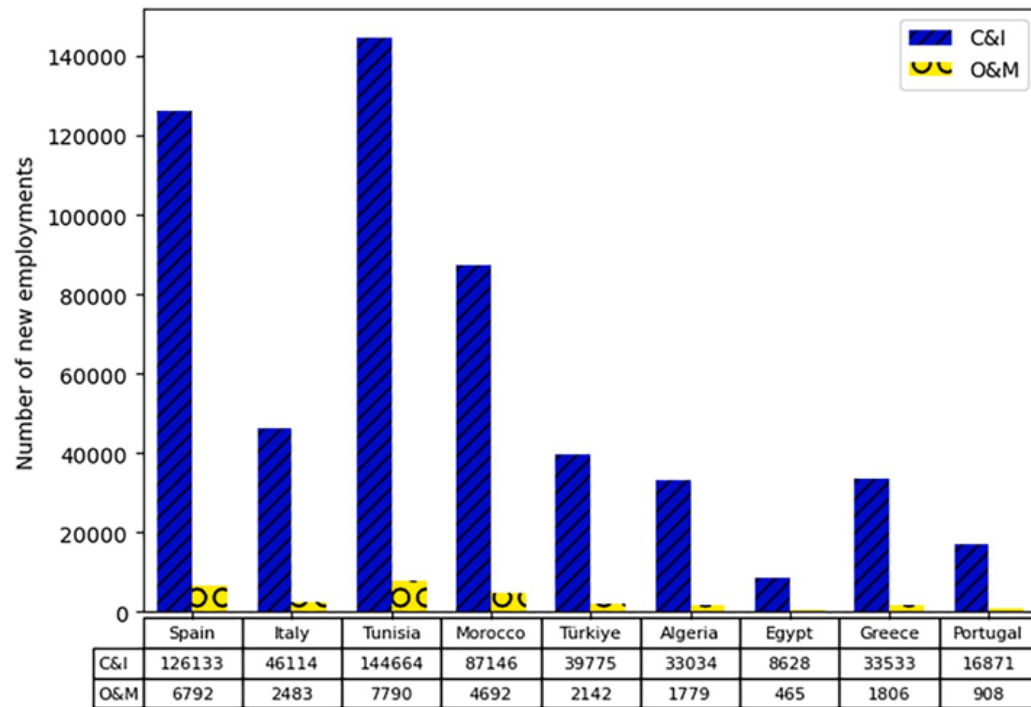
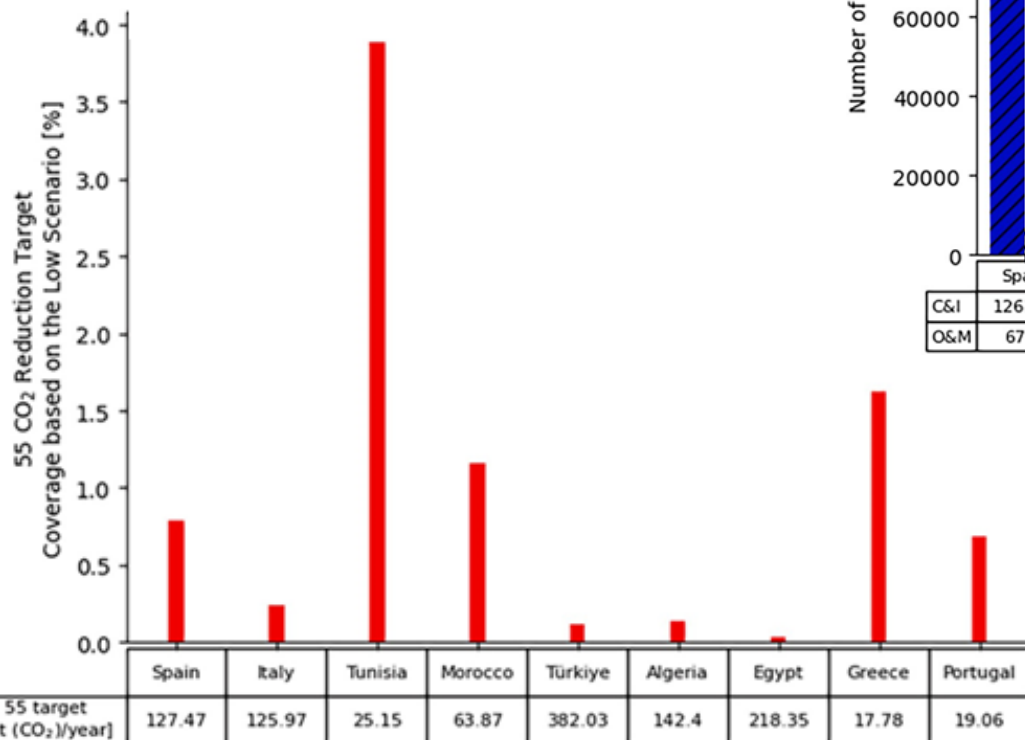
Estudio del potencial



RESULTADOS: Suponiendo el 25%, 10% y 1% de superficie de olivar ocupada por sistemas APV



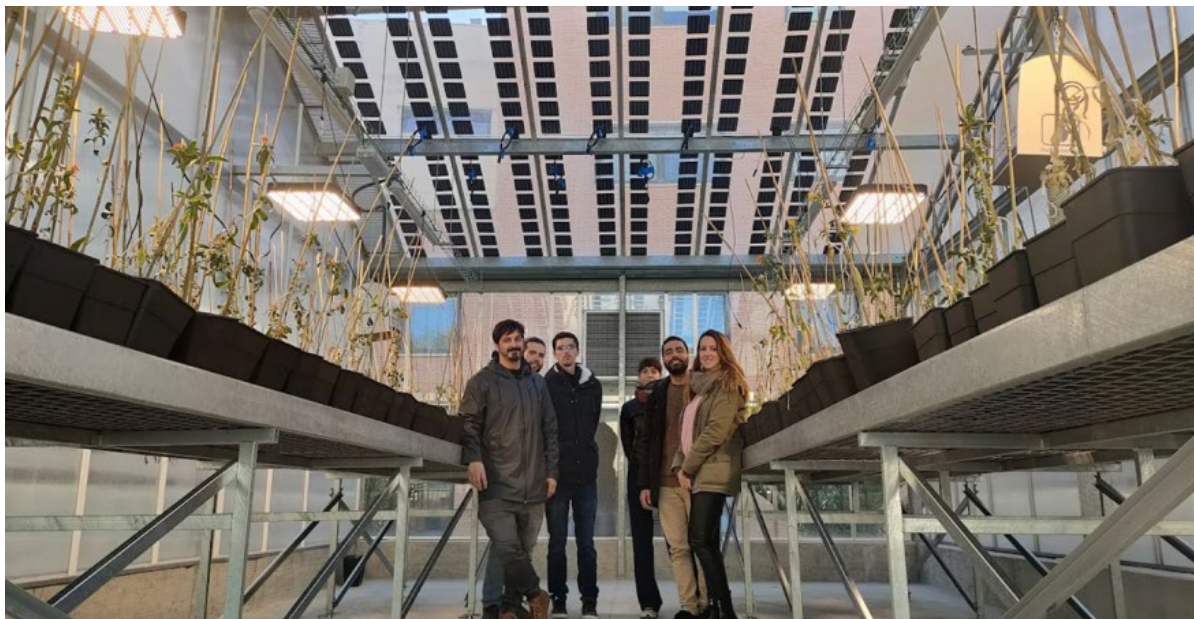
RESULTADOS: Suponiendo el 1% de superficie de olivar ocupada por sistemas APV





Conclusiones

- ✓ Introducción a la agrivoltaica
- ✓ Ideas básica sobre la agrivoltaica
- ✓ Olivo: Mercado, tipos de olivos, variedades, etc.
- ✓ **Olivoltaica**
- ✓ Resultados preliminares



Gracias por su atención

pjperez@ujaen.es