



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Integrazione tra fotovoltaico e agricoltura

Prof. Francesco Capozzi

Direttore CIRI Agroalimentare
Università di Bologna

Agricoltura e transizione energetica

**VORRESTI
GUADAGNARE
DAL TUO
TERRENO
AGRICOLO?**

Affitalo o vendilo per un
impianto fotovoltaico

Puoi ottenere fino a **5000**
euro l'anno per ettaro.

CONTATTACI



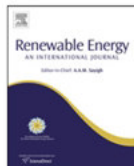
By Max Trommsdorff - CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=63214600>



By Asurnipal - CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=76824615>



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



2011

Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: Towards new agrivoltaic schemes

C. Dupraz^{a,*}, H. Marrou^a, G. Talbot^a, L. Dufour^a, A. Nogier^b, Y. Ferard^b

^aINRA, UMR System, 2, Place Viala, 34060 Montpellier Cedex, France

^bSun'R SAS, 7 rue de Clichy, 75009 Paris, France

ARTICLE INFO

Article history:

Received 9 September 2010

Accepted 4 March 2011

Available online 12 April 2011

220 documents have cited:

Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: Towards new agrivoltaic schemes
Dupraz C., Marrou H., Talbot G., Dufour L., Nogier A., Ferard Y.
2011, Renewable Energy, 36 (20), pp. 2725-2732.

L'efficienza intrinseca del processo fotosintetico è piuttosto bassa (circa il 3%) mentre i pannelli solari fotovoltaici (PV) monocristallini disponibili in commercio hanno una resa media del 15%.

In questo documento, suggeriamo che una **combinazione di pannelli solari e colture** per produzioni alimentari sulla stessa unità di terra può massimizzare l'uso del suolo.

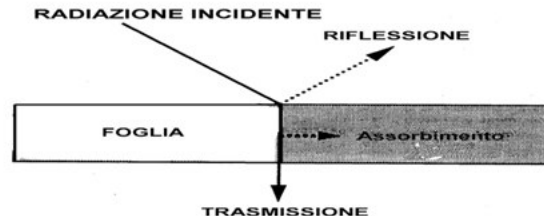
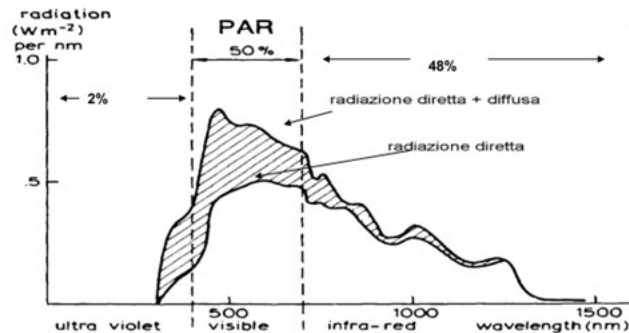
Suggeriamo di chiamarlo **impianto agrivoltaico**.

Questi risultati preliminari indicano che i sistemi agrivoltaici possono essere molto efficienti: per due densità di pannelli fotovoltaici è stato previsto un **aumento del 35-73% della produttività globale del territorio**.



Radiazione solare

- Le piante utilizzano solo una minima parte della radiazione solare (dal 2 al 5%)
- possono impiegare per la fotosintesi solo la frazione visibile, definita PAR (**radiazione fotosinteticamente attiva**), compresa tra 400 e 700 nm di lunghezza d'onda
- Le piante riflettono alla superficie delle foglie il 25% della radiazione globale, pari al 10% della radiazione visibile PAR



Radiazione solare

Per quanto riguarda il livello di saturazione per l'intensità luminosa, le piante vengono classificate in:

- **eliofile**, che richiedono una elevata quantità di radiazione

- ✓ cereali
- ✓ piante da zucchero
- ✓ specie oleaginose
- ✓ specie da frutto



- **sciafile**, che soffrono per un eccesso di illuminazione

- ✓ specie da fibra
- ✓ piante foraggere
- ✓ piante orticole (alcune)



L'ombreggiamento accentua l'allungamento dei fusti e quindi la produzione di fibra e foraggio; nell'insalata aumenta lo sviluppo fogliare con spessore ridotto, rendendo il prodotto anche di migliore qualità commerciale.

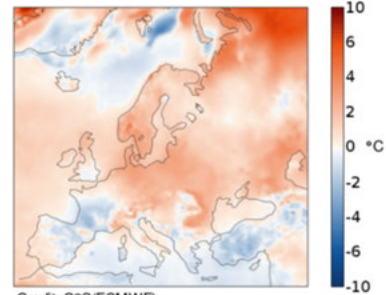
- La maggior parte delle piante coltivate devono essere considerate **sciafile facoltative** per l'elevata fittezza di semina
- Il frumento può fornire **rese simili** o leggermente inferiori (-20% circa) a quelle ottenibili in pieno sole, subendo un ritardo dell'epoca di maturazione
- Il mais alle normali **densità di semina** riduce notevolmente lo sviluppo della pianta sia in diametro che in altezza, a discapito della resa.



Temperatura

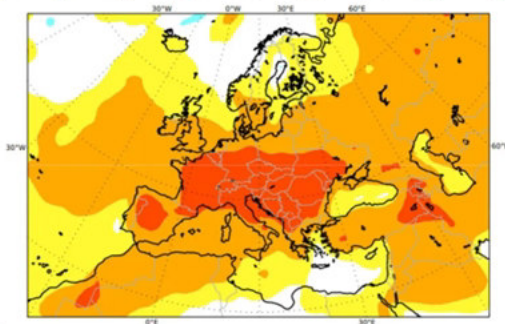
Ogni specie vegetale necessita di una specifica *temperatura minima per accrescersi*, il cosiddetto **zero di vegetazione**. Oltre questa base termica, l'accrescimento accelera all'aumentare della temperatura fino ad una temperatura ottimale, specifica per ciascun stadio di sviluppo, *oltre la quale l'accrescimento rallenta fino ad arrestarsi* (temperatura massima).

January 2022



Credit: C3S/ECMWF)

■ <-2.0°C ■ 2.0-.10 ■ -1.0-.05 ■ 0.5-.02 ■ 0.2.02 ■ 0.2.05 ■ 0.5.10 ■ 1.0.2.0 ■ >2.0°C



Le elevate temperature estive, oltre la temperatura massima, possono danneggiare l'accrescimento delle piante, condizione che si sta progressivamente accentuando in pieno sole a causa del **cambiamento climatico**.

Temperatura

In funzione delle esigenze termiche, le piante vengono raggruppate in:

- **microterme**, che hanno zone di vegetazione molto bassi, vicini a 1-2 °C, trarrebbero vantaggio dalla condizione di parziale ombreggiamento tramite reti ombreggianti (ombreggiamento dal 30 al 50%) o pannelli fotovoltaici;
- **macroterme**, che necessitano di temperature mediamente più elevate, ma che sarebbero avvantaggiate dall'ombreggiamento per la riduzione dei picchi di temperatura estivi e per la riduzione dell'evapotraspirazione, consentendo una riduzione dell'irrigazione

Con una percentuale di riduzione della radiazione del 50% sono state rilevate:

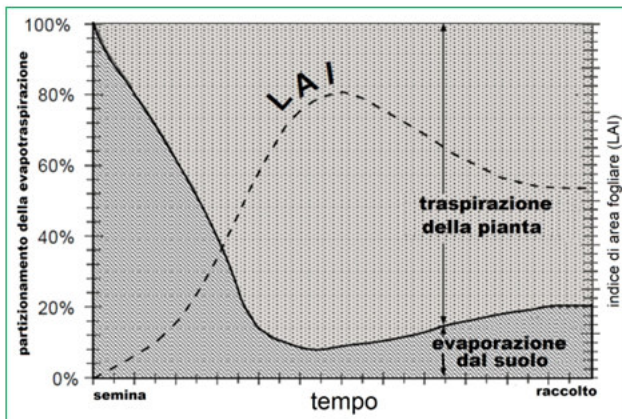
- produttività uguali o addirittura superiori al pieno sole in specie **microterme** (es. frumento, orzo, avena, segale e foraggiere graminacee
- una moderata riduzione, dell'ordine del 20-30%, in specie **macroterme** (es. mais, sorgo, panico, setaria, trifoglio, erba medica e lattuga).

Risultati produttivi interessanti in condizioni di ombreggiamento elevato sono stati ottenuti in **pomodoro**, che non risente della riduzione della radiazione del 60%.



Evapotraspirazione

L'evapotraspirazione è definita dalla somma delle perdite di acqua per **evaporazione dal terreno** e di **traspirazione fogliare**. Delle due, solo la perdita dalla pianta è utile all'accrescimento delle piante poiché mantiene gli stomi aperti, e quindi consente gli **scambi gassosi utili alla fotosintesi** (ingresso di anidride carbonica nella foglia).



In condizioni di ombreggiamento vi è una riduzione della traspirazione fogliare e, in modo più marcato, una riduzione dell'evaporazione dal terreno, determinando un aumento dell'**efficienza d'uso delle riserve idriche del suolo**.

È stato stimato che al 50% di ombreggiamento si verifici, per il **frumento**, una riduzione del 30-35% dell'evapotraspirazione, con un **risparmio di circa 200 mm di acqua** rispetto ai 600 mm normalmente richiesti dalla coltura in pieno sole nei territori della Pianura Padana.



È possibile realizzare frutteti per la

TRANSIZIONE ECOLOGICA? **SI!**

Alcune caratteristiche (non esaustivo):

- Eliminazione impronta di Carbonio fossile
- Riduzione dell'uso di risorsa acqua
- Riduzione dell'uso di sostanze chimiche di sintesi, in particolare pesticidi
- Integrazione di conoscenze fisiologiche ed ingegneristiche
- Mantenimento/aumento di produttività e qualità
- Generazione di elettricità
- Incremento valore per frutticoltore + valore per energy provider
- Frutticoltura di precisione



DIMOSTRATORI

Dahlia 3.3 Technology Demonstrator



GEAR EGNOS DEMONSTRATOR AGRICULTURE



EGNOS for Agriculture

Regione Emilia-Romagna



Agricoltura, caccia e pesca

Area tematiche

Come fare per

Leggi Atti Bandi

Progetti per l'innovazione / Pubblicazioni

Progetti per l'innovazione

Agrifood innovation nel Por Fesr Emilia-Romagna

I progetti di innovazione nell'agroalimentare finanziati dal Por Fesr Emilia-Romagna 2014-2020

Descrizione/Abstract:

Attraverso il Programma Regionale per la Ricerca, l'Innovazione ed il Trasferimento Tecnologico (PRRITT) e successivamente con il POR-FESR 2007-2013, la Regione ha dato vita alla Rete Alta Tecnologia dell'Emilia-Romagna, di cui fanno parte laboratori di ricerca industriale e centri per l'innovazione, che hanno ottenuto l'accREDITAMENTO regionale ai sensi della DGR n.762/2014.

Con questo bando la Regione ha sostenuto progetti strategici di ricerca industriale e sviluppo sperimentale finalizzati a sviluppare e diffondere significativi avanzamenti tecnologici per il sistema produttivo, e alla realizzazione di nuovi risultati di rilevanza tecnologica e industriale di interesse per le filiere produttive regionali, nella forma di

Agtecnic Technology Demonstrator

tecnic

S₃O



SMART
SPECIALIZED
SUSTAINABLE
ORCHARD

dimostratori di nuovi prodotti o nuovi sistemi di produzione.



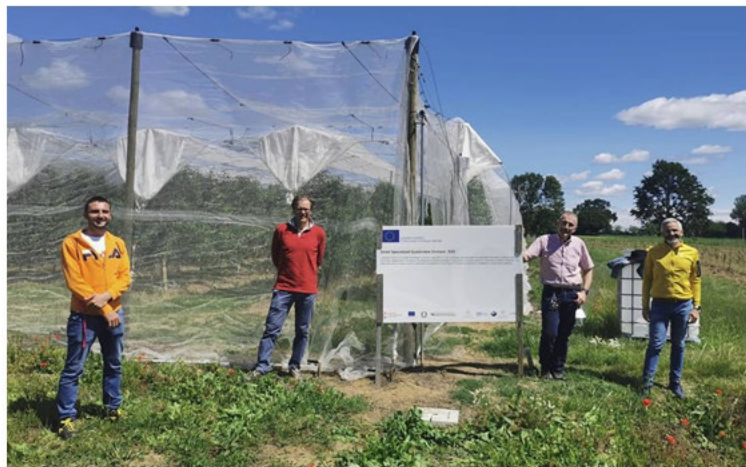
ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



S₃O



SMART
SPECIALIZED
SUSTAINABLE
ORCHARD



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

PROGETTO

SMART, SPECIALIZED, SUSTAINABLE ORCHARD – S₃O

S₃O



SMART
SPECIALIZED
SUSTAINABLE
ORCHARD

BASE SCIENTIFICA

Gli eccessi luminosi danneggiano i fotosistemi dei cloroplasti, sede della **fotosintesi**.

Per ripararli, le foglie usano carboidrati che vengono sottratti alla produzione di frutta.

Per proteggersi dalla troppa luce ed evitare *fotodanni*, le foglie devono traspirare più acqua, aumentandone i consumi.

IDEA

Ridurre i livelli di luce ed estrarre maggiore utilità da tecnologie esistenti e normalmente usate in frutteto, così come anche da nuove tecnologie.

PROGETTO

SMART, SPECIALIZED, SUSTAINABLE ORCHARD – S₃O



OBIETTIVI

- Frutteto 100% elettrico: rover + batterie e sistemi di carica + irrigazione 100% IoT + impianto fitosanitario fisso.
- Combinare sistemi di difesa da grandine, cimice asiatica, pioggia per modulare il microclima all'interno del frutteto e limitare il fotodanno.
- Risparmio del 50% dell'acqua per irrigazione.
- Ridotto uso di pesticidi.
- Mantenimento/miglioramento della qualità del prodotto.
- Nessuna riduzione della produttività del meleto.



In realtà la copertura antiluce e antipioggia volevamo farla con plastiche fotovoltaiche, ma quelle disponibili attualmente non sono ancora sufficientemente efficienti.



Tuttavia, anche pannelli al silicio possono garantire gli stessi benefici con efficienza molto maggiore

Organic PhotoVoltaic (OPV) plastics.
Climate KIC Pathfinder 'S3-EO'. Project ID: TAA2018B_433-S3-EO_B



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Batterie: 6 Kw (espandibile fino a 24 Kw)

Peso:

- 550 Kg senza payload
- 660 Kg con trincia
- 900 con irroratore (serbatoio pieno)

Autonomia

- 9 h (flat)
- 5 h (20%)

Max velocità:

- 6 Km/h

4 Brevetti:

- 1 Navigazione
- 3 Meccanica



CONCLUSIONI

È possibile realizzare frutteti per la “transizione ecologica”, capaci di eliminare il consumo di energia fossile, di acqua, di pesticidi, senza perdere in qualità e quantità.

Si tratta però di una soluzione disegnata **espressamente per il melo in pianura.**

Per il pesco occorrono soluzioni radicalmente diverse perché l'ombra riduce pezzatura e qualità del frutto.

Ciò non significa che soluzioni ottimizzate per il pesco non siano possibili.

Ignorare questa considerazione avrebbe serie conseguenze.

Si profilano scenari WIN/WIN che sarebbe un peccato non cogliere.



I PARTNER DI PROGETTO



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
CENTRO INTERDIPARTIMENTALE
DI RICERCA INDUSTRIALE AGROALIMENTARE



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
CENTRO INTERDIPARTIMENTALE
DI RICERCA INDUSTRIALE
MECCANICA AVANZATA E MATERIALI



Canale
Emiliano
Romagnolo



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale Agroalimentare

cirifood@unibo.it

www.unibo.it