



Ministero della Giustizia



DESCRIZIONE E RISULTATI RELATIVI AL PROGETTO, GRUPPO OPERATIVO: N.I.T.A.P. (NANOMATERIALI E INNOVAZIONI TECNOLOGICHE IN AGRICOLTURA PROTETTA) P.S.R. SICILIA 2014/2020 SOTTOMISURA 16/16.1 CUP: G2602000007009 CAPOFILA: MARKET LED SRL – COORDINATORE TECNICO SCIENTIFICO: DR. AGRONOMO GIORGIO IABICHELLA

Comiso: 17/07/2025

Lo scopo del progetto N.I.T.A.P. è quello di verificare l'applicazione di nanostrutture applicate a particolari film cosiddetti "luminescenti":

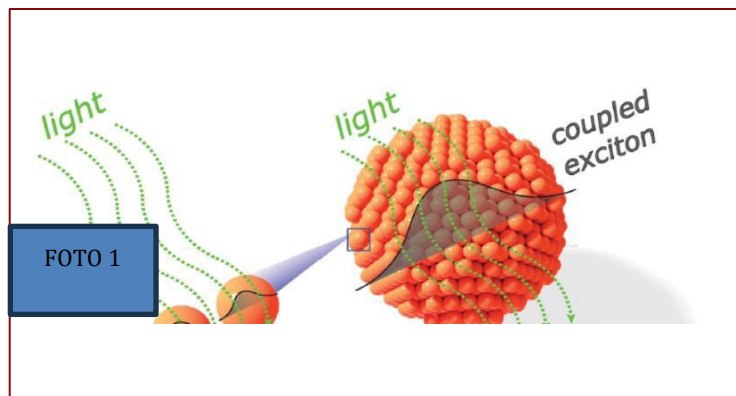


FOTO 1

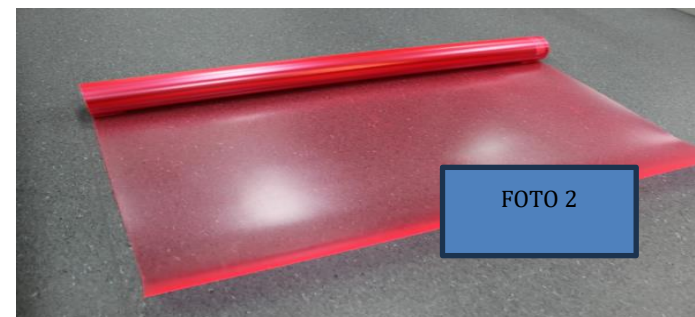


FOTO 2

FOTO 1: L'immagine mostra un concetto scientifico interessante: l'interazione tra la luce e una nanostruttura, che porta alla formazione di un eccitone accoppiato.



Ecco cosa significa tutto questo, in modo semplice:

- -Nanostruttura: è una struttura piccolissima, fatta di particelle nanometriche (miliardesimi di metro). Nell'immagine è rappresentata come un gruppo di sfere arancioni.
- Interazione con la luce: onde di luce (quelle linee verdi tratteggiate) colpiscono questa nanostruttura.
- -Eccitone accoppiato: si crea quando un elettrone e una sua "lacuna" (detta buca, come se fosse un vuoto) si attraggono e restano insieme. Quando questo fenomeno avviene in modo "accoppiato", può influenzare il modo in cui il materiale conduce elettricità o emette luce.
- È un concetto chiave nella scienza dei materiali e ha applicazioni concrete in tecnologie come:
 - celle solari (per migliorare l'efficienza)
 - LED (per luce più brillante e meno dispendiosa)
 - dispositivi quantistici
- Le nanostrutture sono oggetti incredibilmente piccoli—così piccoli da misurare pochi nanometri (un nanometro è un miliardesimo di metro!). Per darti un'idea, se un capello umano ha uno spessore di circa 80.000 nanometri, una nanostruttura è almeno 10.000 volte più piccola.
- Le nanostrutture non sono solo minuscole, ma hanno proprietà uniche dovute alle loro dimensioni:
 - Cambiano il modo in cui luce, elettricità e calore interagiscono con la materia.
 - Possono avere colori diversi o comportamenti diversi rispetto allo stesso materiale in forma "normale".
 - Permettono di controllare fenomeni quantistici che normalmente non emergono a scala macroscopica.
- Le nanostrutture sono protagoniste in tantissimi campi:
 - Biotecnologia: possono trasportare farmaci direttamente alle cellule malate.
 - Energia: migliorano l'efficienza delle celle solari.
 - Elettronica: permettono la miniaturizzazione di circuiti e chip.
 - Ricerca quantistica: sono la base di alcuni computer quantistici e sensori avanzati.

FOTO 2: le caratteristiche del film utilizzato



Ministero della Giustizia



Product Name:	LLEAF 250um Film 620nm UV Stable
Product Type:	Polycarbonate Film
Product Code:	L250F620aUV
Description:	Greenhouse film for external use
Properties	UV stable, high diffusion, spectrum shifting
Nominal Thickness	250um (micron) / 0.25mm
Average Thickness Tolerance	+/- 5%
Warranty	7 years

Usage:

- As an external covering for greenhouses where sunlight spectrum shifting from green to red is desirable.
- For increasing photosynthesis and diffusing light
- Sheets can be drilled, cut with scissors, screwed, glued or heat welded.
- Heat welding temperature 270°C
- For best results LLEAF Film should be installed with the inside of the roll (concave surface) facing the plants.

Properties	Values	
	Metric	Imperial
Width	1m	3ft 3.37in
Roll Length	100m	328ft 1 in
Roll Weight	30kg	66.1lb
Density	1.2g / cm ³	0.04lb / in ³
Weight	300gsm	
Tensile Strength	63MPa	9137Psi
Elongation at Break	120%	
Heat Deflection Temperature	0.45MPa: 133°C ISO 75/Be	

Il Gruppo Operativo NITAP e gli attori della ricerca scientifica.



La teoria della “**innovazione per tutti**” richiede interventi inclusivi e destinati ad un numero sempre maggiore di operatori. I dati aperti, oltre che garantire trasparenza, interoperabilità ed accessibilità, possono essere utilizzati per realizzare iniziative di promozione territoriale.

È il ‘**concept**’ alla base del “**modello Ibleo**” che con “**iniziative condivise dal basso**” esprime le potenzialità del territorio Ibleo.

IL progetto **NITAP** (nanomateriali e innovazioni tecnologiche in agricoltura protetta) – in corso di sviluppo e misurazione a Marina di Ragusa presso il **gruppo Econatura** (produttori in biologico), si ispira al **modello Ibleo** ed elegge la “**tecnologia abilitante chiave**” della “**fotonica**”.

La fotonica è **denominatore comune della innovazione** in agricoltura **protetta** e per la contestuale **produzione di energia** e perciò dell’**agrivoltaico innovativo e sostenibile**.

L’applicazione della fotonica – promossa dall’Europa ed applicata all’**agroindustria**- permea il concetto di “**agricoltura di precisione**” aggiungendo l’elemento nuovo della **manipolazione dello spettro solare** ottenuta attraverso il ‘**film dopati con semiconduttori**’.

I “**punti quantici**” (semiconduttori in grado di rilasciare **fotoni modificati nella lunghezza d’onda**) esprimono le utilità per la **gestione della luce, dell’energia e delle ombre**.

Il **processo iterativo della sperimentazione** già avviato e condiviso tra gli attori genera un flusso di informazioni condivise utili alla **fertilizzazione incrociata** delle competenze e alla produzione di soluzioni complesse.

Ne è convinta **Francesca Capriotti** – giurista d’impresa e esperta in finanza sostenibile: “la **finanza sostenibile** guarda con attenzione e monitora l’applicazione delle nuove tecnologie in grado di **coniugare produzione agricola di qualità, produzione di energia, sostenibilità ambientale ed economica**. La presentazione del doppio bilancio (del ritorno economico e della sostenibilità misurata con indicatori ESG) – **sostiene la Capriotti** - è la chiave per l’accesso alla finanza sostenibile e per l’avvio concreto dei cantieri dell’agrivoltaico.

La nuova tecnologia è veicolata sul territorio dalla **Sisac SpA** di Ragusa. **Giorgio Gurrieri**, tecnico della **Sisac SpA** ed esperto nella produzione di film tecnici per l’agricoltura, coordina le attività di selezione e valutazione dei nuovi film. Sostiene **Sisac SpA**, come il circuito iterativo della sperimentazione (imparo\modifico) trovi la massima espressione nel confronto con gli attuatori – da una parte – e con i detentori di brevetti internazionali – dall’altra. L’obiettivo per **Sisac SpA** è il ‘**tailor made**’, la formulazione cioè di film prodotti per esigenze specifiche degli agricoltori.

Il **processo di rischio della adozione** è guidato – per la parte agronomica - da **Giorgio Iabichella** – agronomo e direttore scientifico del progetto Nitap. “*La fotonica (un nuovo paradigma) interviene su tutti i processi agronomici e del contesto agro ambientale*” – sostiene Iabichella. *Pertanto è necessario “offrire un ampio ventaglio di misurazioni nella dimensione olistica che tenga in conto – quale nuova frontiera - l’agricoltura nella fisica quantistica derivata dalla applicazione della fotonica e gli elementi nuovi derivati dalla produzione contestuale di energia”.*



I **nuovi dati agronomici** rilevabili dalla applicazione della fotonica si combineranno con l'agricoltura quantistica o informazionale. Software dedicati utilizzeranno le analisi matematiche frattali assieme al lavoro di generatori elettronici "olografici" per restituire una **nuova dimensione alla sostenibilità in agricoltura**.

Gaetano Iacono, agronomo fitopatologo e ricercatore presso l'Università di Catania, è impegnato nella verifica degli effetti della fotonica nello sviluppo di nuove tecniche per la diagnosi in serra dei virus trasmessi dal vettore Bemisia Tabaci. Per **Gaetano Iacono** la fotonica offre scenari inediti nel panorama della fitopatologia.

La fase della trasmissione dei virus e la verifica degli effetti dei film polimerici dopati con i punti quantici in grado di bloccare gli UV, è nella competenza di **Carmelo Rapisarda**, professore dell'Università di Catania, entomologo.

La valutazione delle ricadute agronomiche derivate dalla applicazione della '**nuova tecnologia della fotonica**' sulle coltivazioni in biologico o biodinamico è rimessa a **Stefano Carrubba** ed al team di esperti agronomi di **Econatura**. Rileva **Stefano Carrubba** come le tecniche di coltivazione in biologico possano trarre possano trarre nuovi elementi di affinamento o essere configurate per nuove pratiche - inedite - in chiave di riduzione degli impatti - derivate dalla applicazione.

Le ricadute tecnologiche nella abilitazione della "Serra Verticale Trasparente" e nell'agrivoltaico la manipolazione dello spettro solare utile a ridurre il carico termico (IR blocking) ed incrementare la frazione di luce fotosinteticamente attiva (PAR) oltre a migliorare la condizione agronomica - darà una spinta decisiva alla conversione degli attuali investimenti energivori in 'black box' (colture multipiano illuminate a Led) a favore di quelli in 'white box' ecosostenibili.

L'ampio spettro delle misurazioni nelle modificazioni allo spettro solare e negli indicatori di risultato è espresso dal **sistema di supporto alle decisioni** configurato allo scopo del progetto Nitap dalla Lualtek. Per **Luca Occhipinti**, Ceo della Lualtek - la raccolta organica dei **dati agronomici in variazione di luce ed energia restituisce** la dimensione nuova della applicabilità della nuova tecnologia. Più sofisticati - per Luca Occhipinti - sono gli aspetti della misurabilità dei '**quanti**' per la quale è richiesta un ampliamento della rete a realtà accademiche specializzate. La fertilizzazione incrociata delle competenze restituirà in questo caso **elementi di agro quantistica inediti** le cui applicazioni in agro energia potranno essere verificate nel processo iterativo di sperimentazione di medio termine.

Le ricadute del progetto Nitap sul sociale e sulla misurazione della sostenibilità implementata sono state individuate dal **Cerisvi**. **Giuseppe Di Dio**, direttore del **Cerisvi** - indica come prioritaria la misurazione dei risultati attesi con indicatori ESG (Environmental, Social, Governance). La validazione della nuova tecnologia espressa in ESG legittimerà le attività agricole innovative e sostenibili nei **circuiti della finanza sostenibile e delle filiere agro industriali** e per il segmento della catena del valore rappresentato dalla GDO.



Le filiere industriali coinvolte riguardano l'infrastrutturazione agricola e la costruzione di serre adeguate alle esigenze della innovazione costante. Ne sono consapevoli i progettisti e costruttori di serre e\o strutture serricole o agrivoltaiche operanti nel territorio siciliano ma soprattutto quelli presenti nel territorio ibleo - da sempre impegnati nella ricerca di soluzioni tecniche adeguate alla sfida dell'avanzamento tecnologico.

Le “**nuove armi per competere**” espresse in evidenza nel progetto Nitap - rilevano nello scenario della competizione sempre più agguerrita. È la sintesi espressa da **Giorgio Carpenzano**, capo dell'ispettorato Agrario di Ragusa, che ha coordinato i lavori della iniziativa Nitap in un recente incontro con gli operatori del settore svoltosi a Marina di Ragusa.

La condivisione delle informazioni e la divulgazione è impegno della capofila di progetto Market led srl. **Stefania Paolucci**, Ceo della società pone in essere gli strumenti organizzativi della condivisione per la composizione del risultato diffuso e inclusivo della intera filiera.

Si descrive un contributo della Dottoressa Laura Cammarisano dottore di ricerca in Biologia vegetale.

Si fa riferimento ad uno studio, sull'implicazione della “luce” in particolare della luce rossa su plantule di pomodoro e su vite.



Laura Cammarisano, dottore di ricerca in biologia vegetale

Esperta in fotobiologia e fisiologia vegetale in ambiente controllato

- Università della Calabria & Università di Cardiff in Regno Unito
Laureata in biologia con lavoro di ricerca sulla qualità della rucola coltivata in ambiente controllato e sulla qualità di insalata e frutta durante la shelf-life.
- Università di Aberystwyth in Regno Unito
Dottorato di ricerca con un progetto incentrato sull'ottimizzazione della resa vegetale e della qualità nutrizionale della lattuga nei sistemi di agricoltura verticale utilizzando la luce artificiale. Studi che hanno portato alla determinazione di specifiche ricette luminose efficienti mirate al simultaneo aumento di peso e contenuto di antociani.
- Istituto per l'orticoltura Leibniz (IGZ) in Germania
Post-doc su monitoraggio e controllo della morfologia e della fitochimica delle piante in seguito ad applicazione di stress abiotici in ambienti climatizzati inclusi greenhouse e vertical farm.

Laura Cammarisano, cammarisanol@gmail.com



La sua ricerca si focalizza sullo studio delle risposte della pianta a trattamenti luminosi specifici ed efficienti mirati al simultaneo aumento di peso e qualità'.

Combinando trattamenti di intensità luminosa, fotoperiodo e spettro si può influenzare la fotosintesi e la morfologia della pianta.

FOTOSINTESI

Photosynthetically Active Radiation (PAR)
400-700 nm

FOTOMORFOGENESI

Broader range of the spectrum
300-800 nm

Pertanto, si può manipolare:

PESO o RESA

**QUALITÀ' NUTRIZIONALE
E VISUALE**

Laura Cammarisano, cammarisanol@gmail.com

Tramite l'utilizzo mirato di ambiente controllato e luce si può migliorare la resa, la morfologia (apparenza) ed il contenuto nutrizionale delle piante, qui vediamo l'esempio di tre varietà di lattuga.

Esperimenti sugli effetti dell'intensità luminosa



Figura 1. Piante di lattuga cresciute sotto diversi livelli di PPFD per due settimane.

Esperimenti sugli effetti dello spettro luminoso

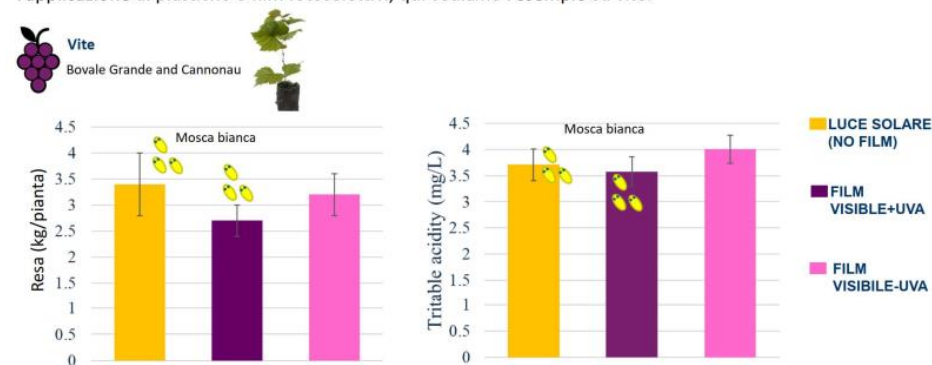


Figure 2. Piante di lattuga cresciute sotto diverse combinazioni di luce rossa (R) e blue (B) per due settimane.

Laura Cammarisano, cammarisanol@gmail.com


 Cammarisano et al., 2020; Cammarisano et al., 2021; Cammarisano et al., 2023.

Simili risultati si possono ottenere manipolando l'intensità e lo spettro luminosi in serra tramite l'applicazione di plastiche o film fotoelettrici, qui vediamo l'esempio su vite.



L'aggiunta di un film che blocca la radiazione UV ed infrarossa, quindi facendo passare solo la luce visibile, ha portato una resa pari a quella di una serra senza film, ma ha eliminato il problema della mosca bianca ed incrementato l'acidità totale titolabile dell'uva prodotta.

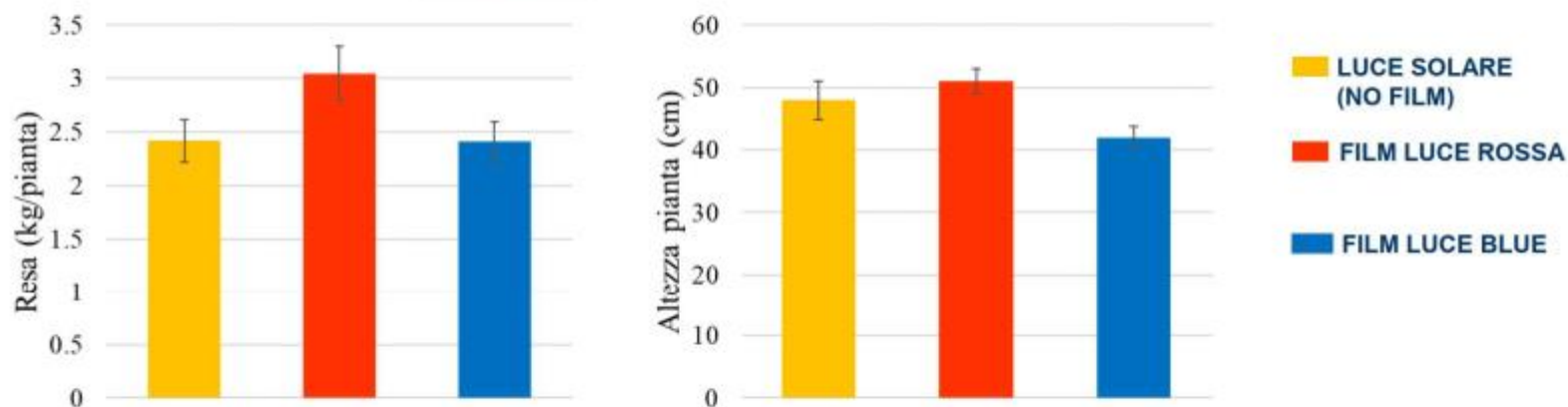

 Oliveira & Nieddu, 2015; Vine growth and physiological performance of two red grape cultivars under natural and reduced UV solar radiation.

Laura Cammarisano, cammarisanol@gmail.com

Simili risultati si possono ottenere manipolando l'intensità e lo spettro luminoso in serra tramite l'applicazione di plastiche o film fotoselettivi, qui vediamo l'esempio su pomodoro.



Piantine di pomodoro



L'aggiunta di un film che blocca la radiazione UV ed infrarossa, e trasmette solo luce rossa ha portato una resa maggiore del film che trasmette solo luce blu. In compenso il film a trasmissione blu ha avuto un effetto significativo sul controllo dell'altezza della pianta.



In concetto fondante del Progetto NITAP

La fotonica nelle coltivazioni protette è una frontiera tecnologica che sta rivoluzionando l'agricoltura indoor e in serra. Si tratta dell'uso avanzato della luce (sotto forma di fotoni) per ottimizzare la crescita delle piante, migliorare la resa e ridurre l'impatto ambientale.

Come funziona?

La fotonica applicata all'agricoltura sfrutta:

- LED intelligenti che emettono luce a lunghezze d'onda specifiche (es. rosso e blu) per stimolare la fotosintesi.
- Quantum dots (punti quantici) inseriti nei film plastici delle serre per modificare lo spettro solare:
 - Bloccano l'infrarosso (riducendo il surriscaldamento)
 - Filtrano gli UV (contro parassiti)
 - Potenziano la luce rossa (per assorbimento di nutrienti come N, K, Ca, Mg)

L'obiettivo del progetto NITAP è stato quello di valutare, in un ambiente tipico dell'Italia insulare, la rispondenza agronomica di nuovi film cosiddetti "luminescenti" di copertura delle serre, ancora allo stadio di prototipo, su una coltura di ampia diffusione qual è il pomodoro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). L'attività di valutazione è stata portata avanti seguendo due trapianti in stagioni diverse, cui sono corrisposte due prove biennali di confronto valutando le risposte proprio sulla stagionalità di coltivazione.

I parametri presi in considerazione nell'ambito della ricerca hanno riguardato lo sviluppo vegetativo dell'ortiva e gli aspetti legati alla produzione, valutati questi sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo. I numerosi dati raccolti hanno permesso di ottenere un quadro assai completo su quelle che sono le potenzialità produttive dei nuovi laminati plastici, fornendo un utile ausilio alla scelta della copertura più idonea allo specifico ambiente di coltivazione. Quindi, dopo aver riportato lo scopo della ricerca nella seconda parte, vengono descritte nel dettaglio le prove sperimentali.

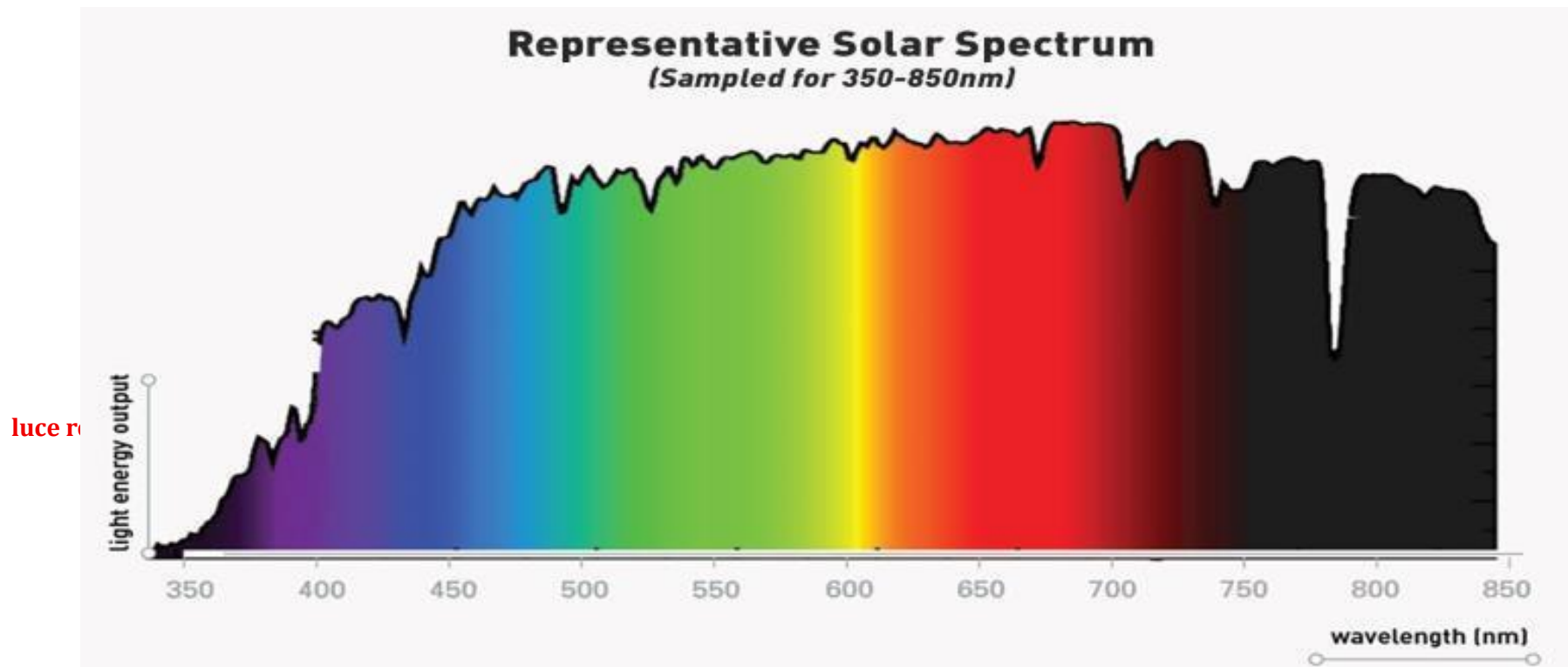
Cos'è lo spettro luminoso



Lo spettro luminoso è una rappresentazione grafica di ciascun colore in luce. Gli scienziati si riferiscono ai colori in base alla lunghezza d'onda anziché al nome del colore, che è un modo più accurato per misurare il colore. Pertanto, la lunghezza d'onda dello spettro rosso potrebbe essere 630 o 660. Entrambe le lunghezze d'onda appaiono rosse ai nostri occhi nudi, ma in realtà sono colori diversi.

Il termine PAR si riferisce alle lunghezze d'onda della luce comprese tra 400 e 700 nm che le piante utilizzano per la fotosintesi. I picchi più efficaci sono la luce blu (400-500 nm) e la luce rossa (600-700 nm). La ricerca dimostra che PAR è lo spettro primario per la fotosintesi, ma anche lunghezze

d'onda come la luce rossa lontana e la luce UV possono influenzare le fasi di crescita delle piante fino alla fioritura e alla tolleranza allo stress. Senza il corretto spettro di crescita, il processo di crescita della tua pianta potrebbe essere ostacolato o addirittura interrotto del tutto.





È molto importante per la fotosintesi perché la clorofilla A assorbe meglio la luce rossa. La luce rossa favorisce l'allungamento dello stelo, la crescita delle foglie e la fioritura. Migliora anche la produzione di antociani, i pigmenti che conferiscono alle colture il loro aspetto rosso, viola e blu. Ma neanche l'uso della sola luce rossa fa bene alla crescita delle piante.

Luce blu

La luce blu svolge un ruolo vitale nella crescita vegetativa e nello sviluppo delle foglie. Stimola la produzione di clorofilla e stimola la fotosintesi, rendendo le piante più forti. Questo spettro aiuta anche a regolare la crescita delle colture e a mantenerle compatte. L'eccessiva luce blu è dannosa per la crescita delle piante. Lo spettro combinato di luce rossa e blu può promuovere la crescita delle colture meglio dell'utilizzo della sola luce rossa o blu. Piante diverse richiedono combinazioni diverse di luce rossa e blu.

Luce verde

La luce verde, pur non essendo efficace quanto le due luci precedenti in termini di crescita delle piante, può farlo penetrare più in profondità nella chioma vegetale, con conseguente crescita più uniforme.

Spettro completo

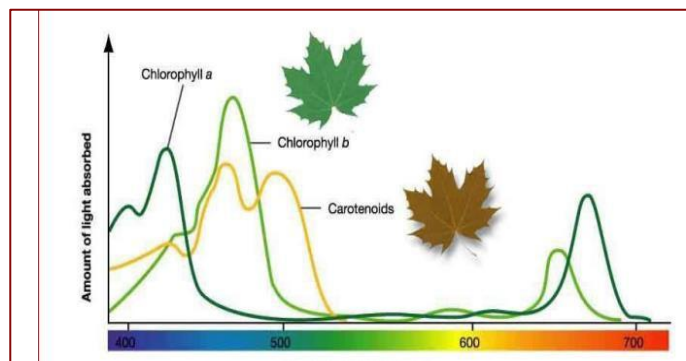
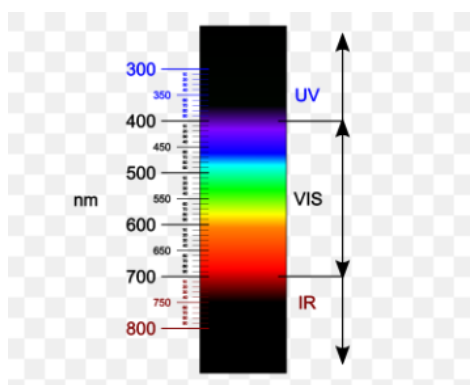
La luce a spettro completo fa bene alle piante? Sì. Luci di coltivazione a spettro completo bilanciano tutto lo spettro luminoso necessario per la crescita delle piante, quindi sono adatte per l'intero ciclo di crescita.

raggi UV

Spettro UV Non favorisce direttamente la crescita delle piante, ma può aiutarle a produrre più metaboliti secondari, come flavonoidi e terpeni, migliorandone così il sapore, l'aroma e il valore nutrizionale. Allo stesso tempo, aiuta le colture a sviluppare steli e foglie più forti.



Ministero della Giustizia



Clorofilla

La clorofilla è un pigmento fotosintetico presente nei cloroplasti delle cellule vegetali che permette la fotosintesi grazie all'assorbimento di energia radiante. La clorofilla si trova nei grani dei cloroplasti delle cellule vegetali, o negli organismi procarioti che attuano la fotosintesi clorofilliana. Negli eucarioti sono presenti due diverse tipi di clorofilla:

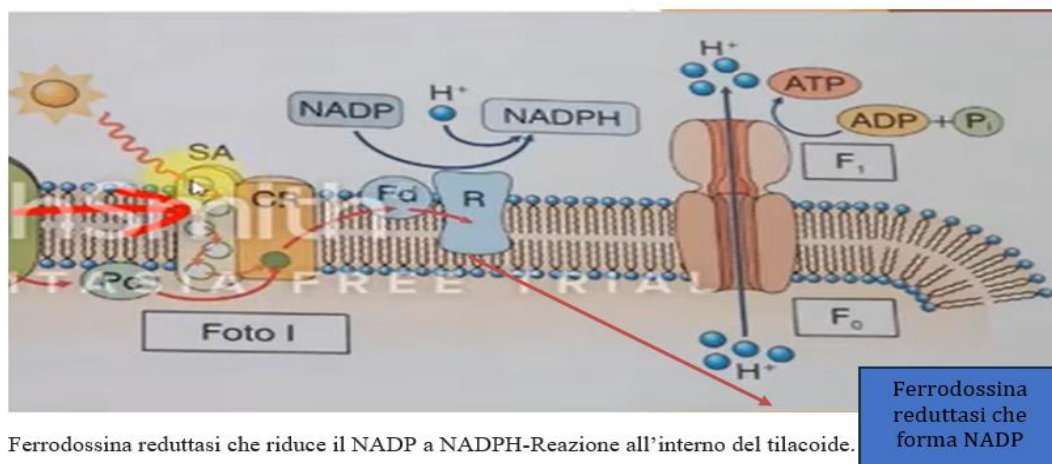
- **la clorofilla A**, che assorbe soprattutto la luce nella lunghezza d'onda blu-violetta e rossa;
- **la clorofilla B**, che assorbe soprattutto la luce nella lunghezza d'onda blu ed arancione.

La clorofilla ha una struttura caratterizzata da una molecola con un gruppo eterociclo porfirinico, al centro del quale è coordinato uno ione Mg. La colorazione verde delle foglie è un effetto ottico dovuto al fatto che le lunghezze d'onda del verde sono le meno assorbite dalle piante.

La molecola della clorofilla ha una struttura ad anello, al centro del quale si trova un atomo di magnesio. L'atomo di magnesio svolge la funzione di mantenere la struttura rigida per evitare che l'energia solare incidente si disperda sotto forma di calore prima che possa essere utilizzata per il processo fotosintetico. Collegata con questo anello si trova una catena idrorepellente che svolge il ruolo di ancorare la molecola di clorofilla alle membrane tilacoidi.

La clorofilla è la molecola cardine su cui si basa la Vita del pianeta; è infatti la molecola fondamentale per la fotosintesi che permette alle piante di ottenere energia direttamente dalla luce. Le molecole di clorofilla sono strutturalmente circondate da complessi proteici, chiamati foto sistemi, che sono racchiusi nei tilacoidi dei cloroplasti. In tali complessi la clorofilla svolge due funzioni principali, che in gran parte è quella di assorbire la luce e trasferire l'energia ad una coppia specifica di clorofilla nel centro di reazione del fotosistema.

Il fotosistema I (PSI) è un complesso proteico integrale di membrana che utilizza l'energia della luce per mediare il trasferimento di elettroni dalla plastocianina alla ferredossina.



Ferredossina riduttasi che riduce il NADP a NADPH-Reazione all'interno del tilacoide.

Sulla membrana tilacoideale sono inseriti:

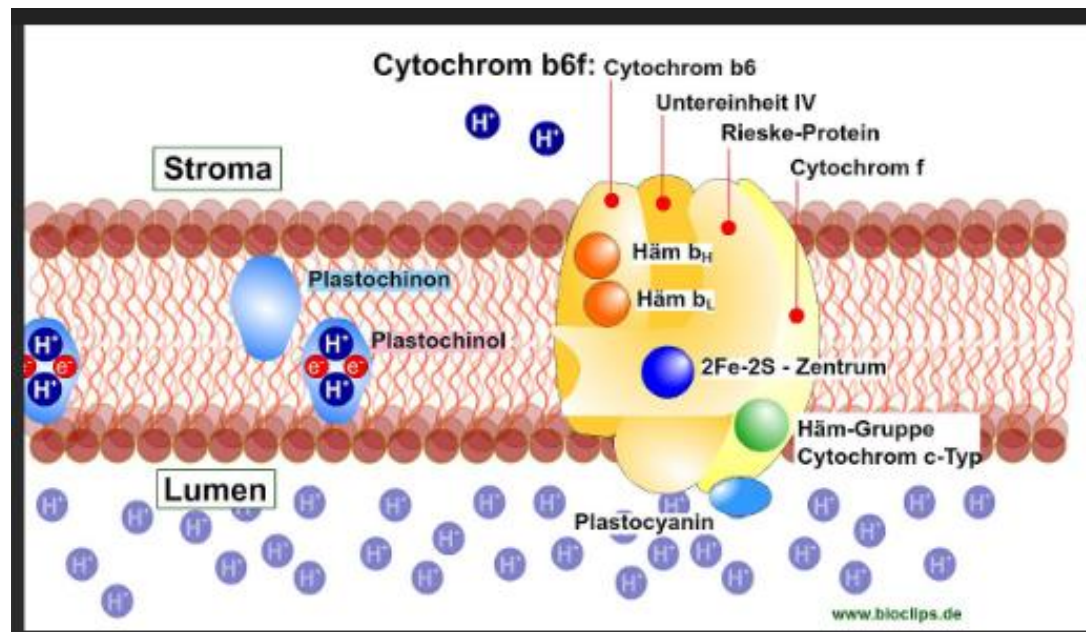
- **sistema antenna:** complessi proteici associati di pigmenti che raccolgono la luce da trasferire ai fotosistemi
- **centro di reazione del fotosistema:** una molecola di clorofilla (tipo a) assorbe una quantità di energia sufficiente a farle perdere un elettrone, si carica così positivamente.
- **fotosistema II:** sposta gli elettroni dall'acqua al plastochinone
- **citocromo b6f:** sposta gli elettroni dal plastochinone alla plastocianina
- **fotosistema I:** sposta gli elettroni dalla plastocianina al NADPH
- **ATP-sintasi:** sfrutta il flusso di ioni idrogeno dal lume allo stroma per la sintesi di ATP

COMPLESSO ANTENNA ha fondamentale la funzione di aumentare l'area di un fotosistema in grado di intercettare fotoni e di trasferire l'energia da essi ricavata al fotosistema. I pigmenti presenti nel complesso antenna sono prevalentemente costituiti da clorofille b, xantofille e carotenoidi, dove la clorofilla a è nota come pigmento core. I loro spettri di assorbimento non sono sovrapposti al fine di ampliare la gamma di frequenza della radiazione luminosa che può essere assorbita nella fotosintesi. I carotenoidi hanno un altro ruolo come antiossidante per prevenire danni ossidativi alle molecole di clorofilla.

PLASTOCHINONE: Il plastochinone (PQ) è una molecola di chinone coinvolta nella catena di trasporto degli elettroni nelle reazioni luce-dipendenti della fotosintesi. Il plastochinone è ridotto (accetta due protoni (H^+) dalla matrice stromale del cloroplasto, accoppiati a due elettroni (e^-) dal fotosistema II) formando plastochinolo. Esso trasporta i protoni al lume di dischi tilacoideali, mentre gli elettroni proseguono attraverso il citocromo b_6f della catena di trasporto degli elettroni. Il prefisso plasto- allude alla localizzazione cellulare di questo composto, interna ai plastidi

Il centro di reazione P700 è un complesso costituito da due clorofille modificate (dette clorofille A0) al fine di avere un picco di assorbimento alla lunghezza d'onda di 700 nm. Il centro di reazione P700 riceve energia dal complesso antenna e la sfrutta per eccitare un elettrone ad un livello energetico più elevato. Gli elettroni vengono spostati a coppie in un processo di ossidoriduzione che avviene tra P700 (che ha un potenziale elettrico di -1,2V) e l'accettore di elettroni fillochinone A1.

CITOCROMO b6f:



Tale complesso collega i fotosistemi I e II, consentendo agli elettroni trasportati di passare dal fotosistema II al fotosistema I. Nello specifico, il complesso citocromo b 6 -f permette l'accoppiamento tra il trasporto degli elettroni e il pompaggio di protoni nel lumen dei cloroplasti.



1) La riduzione della clorofilla nelle foglie può dipendere da diversi fattori, inclusi l'esposizione alla luce, la salute della pianta e le condizioni ambientali. Le cellule antenne, che sono responsabili della cattura della luce, giocano un ruolo importante nella fotosintesi e quindi possono influenzare i livelli di clorofilla. Se queste cellule non funzionano correttamente, potrebbe esserci una riduzione nella produzione di clorofilla, portando a foglie meno verdi.

2) un eccesso di radiazione infrarossa (IR) può influenzare negativamente la produzione di clorofilla nelle piante. L'IR può aumentare la temperatura delle foglie, portando a stress termico e a una diminuzione dell'efficienza fotosintetica. Questo stress può inibire la sintesi della clorofilla e, di conseguenza, ridurre la capacità della pianta di effettuare la fotosintesi in modo efficace.

2) un eccesso di radiazione infrarossa (IR) può portare a un aumento della domanda di azoto per la produzione di clorofilla. Quando le piante sono sottoposte a stress, come quello causato da elevate temperature e radiazione IR, potrebbero necessitare di maggiori nutrienti, incluso l'azoto, per sostenere la sintesi della clorofilla e mantenere la loro fisiologia.

Costruzione e fase operativa del progetto NITAP

Grazie all'intervento della misura 16\16.1, si è potuto costruire una serra della dimensione di 480 m² su una superficie agricola appartenente al partner di progetto Econatura ss agricola, presso fontana Vecchia, agro di Marina di Ragusa. La serra è stata dotata di un moderno impianto di fertirrigazione provvista di sistemi di controllo automatizzato per l'irrigazione e la fertirrigazione.

L'interno della serra è stato suddiviso in sei sezioni per poter applicare lo scopo del progetto, e cioè in sezioni dove è stato possibile confrontare risposte e risultati derivante dallo scopo del progetto: applicazione e confronto di nanotecnologie su coltura di pomodoro.

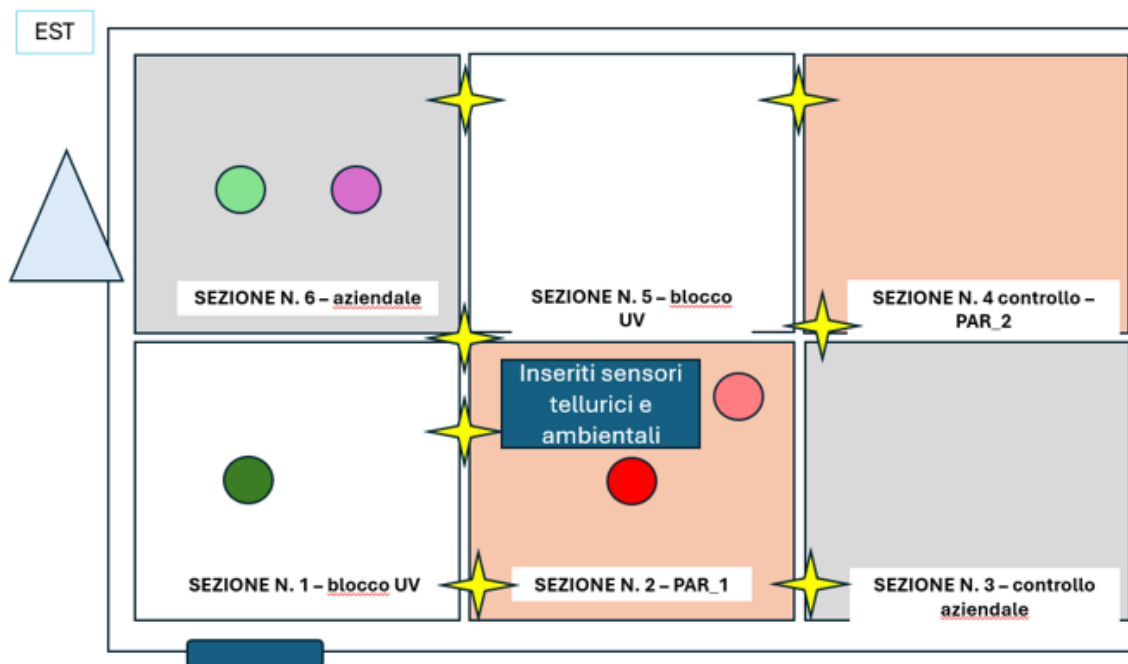
La disposizione delle sezioni



Ministero della Giustizia



SCHEMA SERRA



Sensori

- PAR sezione 1
 - TENSIOMETRO
 - PHMETRO
 - TDR
 - PUNTO RUGIADA
 - PIRANOMETRO 1
 - LUXMETRO
 - PAR 2 film Par laterale
 - Lux 2
 - Piranometro 2
 - Lux 3
- Accesso serra**
-
- Circolazione bombi**
- ★
- Vasca-pozzo**
- ▲



Ministero della Giustizia



STRALCIO:

Quali pellicole fotoluminescenti e risposta attesa:

PSR Sicilia 2014/20224 misura 16/16.1 Progetto NITAP- convegno finale 17/07/2025.



Le pellicole dopate con le nano particelle (QDs o altre: materiali luminescenti o luminosi realizzati con coloranti organici e inorganici, fosforici o punti quantici) spostano in modo efficiente e alternativamente le frazioni dello spettro UV - BLU - VERDE nella porzione ARANCIONE - ROSSA o delle fotosintesi attiva (PAR. 400 – 700 nm.) Le lunghezze d'onda. tra 600 e 650 nm sono le più efficienti per la fotosintesi.

Riferiamo delle misurazioni effettuate presso la serra sperimentale del progetto NITAP (Nano materiali e Innovazioni Tecnologiche in Agricoltura Protetta) in data 19/9/24 a Marina di Ragusa, finanziato dalla rete del PEI (Partenariato Europeo per L'Innovazione) – vedi foto.

Circa la composizione dello spettro – in un quadro di confronto tra dati assunti in pieno Sole e in regime di luce diffusa (sotto film quantico) – si rilevano le evidenti differenze.

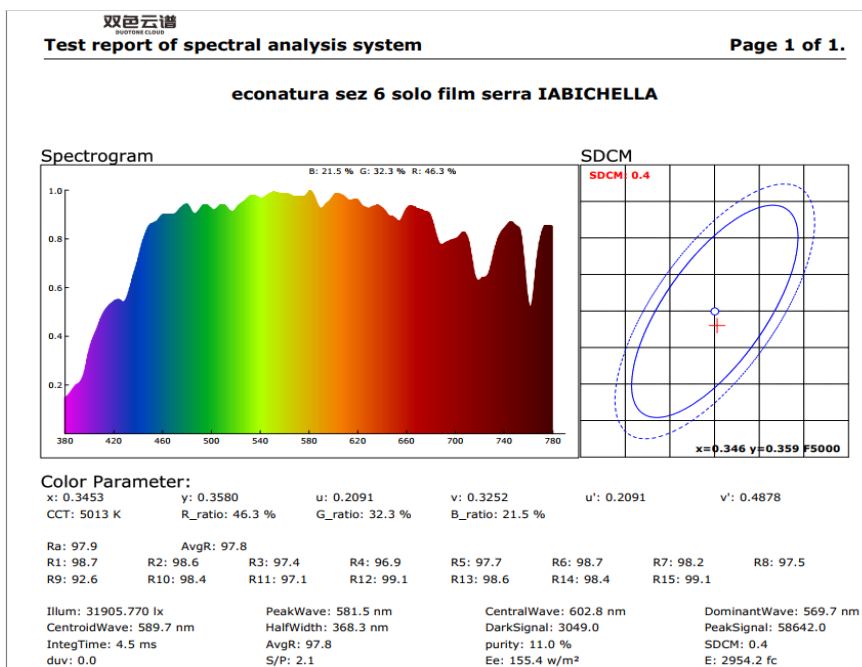
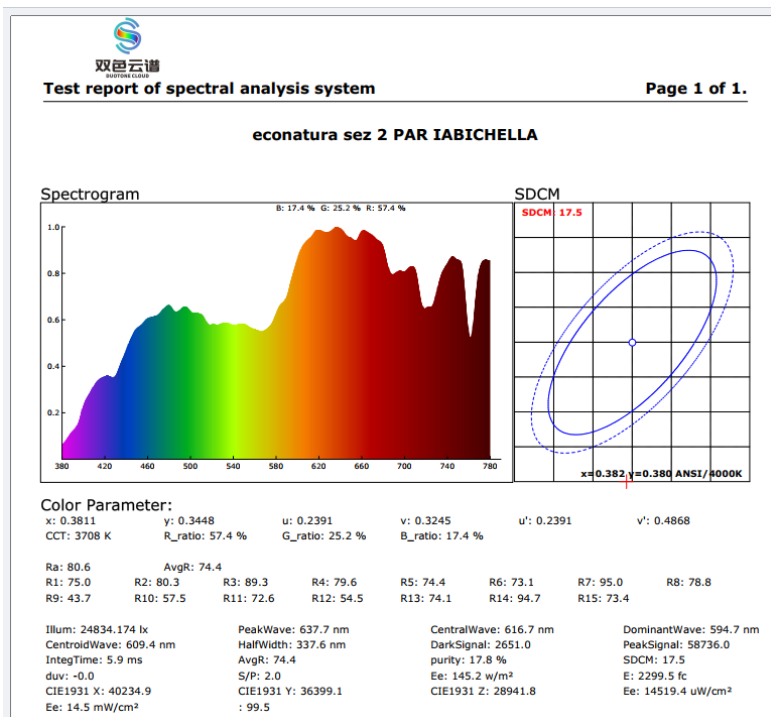
Lo spettro rilevato sotto luce diffusa (doppio film: di polietilene in copertura della serra e film dopato sulle piante) evidenzia una percentuale di rosso del 55,4% con una intensità pari ad uno (massima efficienza fotosintetica) mentre la stessa rilevata all'esterno era del 42.9% con una intensità dello 0,8% (efficienza inferiore).

Le pellicole – impiegate nel progetto NITAP - hanno la proprietà di:

- Convertire la lunghezza d'onda dei fotoni da corta (UV-BLU-VERDE) - a lunga- con una irradiazione diffusa ed emessa in tutte le direzioni, filtrare i raggi UV-per segmenti UV per i quali gli insetti rallentano la loro diffusione all'interno delle colture protette.



Ministero della Giustizia





Ministero della Giustizia



MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE ALIMENTARI E FORESTALI



REPUBBLICA ITALIANA



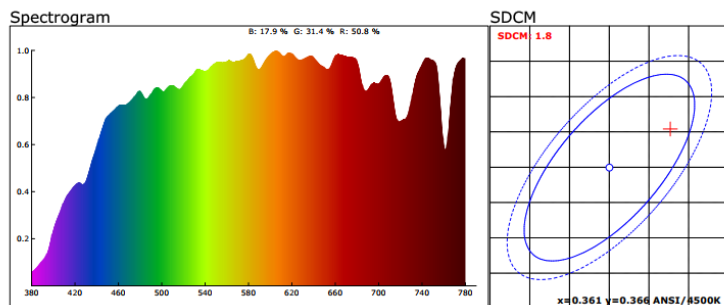
MINISTERO DELL'AGRICOLTURA, ALIMENTAZIONE E FORESTALITÀ



Test report of spectral analysis system

Page 1 of 1.

econatura sez 1 blocco UV IABICHELLA



Color Parameter:
 x: 0.3627 y: 0.3704 u: 0.2159 v: 0.3307 u': 0.2159 v': 0.4961
 CCT: 4480 K R_ratio: 50.8 % G_ratio: 31.4 % B_ratio: 17.9 %

Ra: 97.7 AvgR: 97.1
 R1: 98.2 R2: 99.2 R3: 98.6 R4: 95.8 R5: 97.6 R6: 99.3 R7: 96.9 R8: 96.3
 R9: 93.1 R10: 98.6 R11: 96.0 R12: 92.8 R13: 98.5 R14: 99.1 R15: 97.2

Illum: 25906.262 lx PeakWave: 606.5 nm CentralWave: 613.0 nm DominantWave: 575.2 nm
 CentroidWave: 601.1 nm HalfWidth: 346.0 nm DarkSignal: 2848.0
 IntegTime: 4.9 ms AvgR: 97.1 purity: 20.0 % SDCM: 1.8
 duv: 0.0 S/P: 2.0 Ee: 122.7 w/m² E: 2398.7 fc

lettura spettrometro del 11/10/2024

TITOLO	LUX	B	G	R	uW/cm2	W/m2
sezione 2 PAR(film luminescenti)	24834	17,40%	25,20%	57,40%	145,19	1,45
sezione 6 (controllo aziendale)	31906	21,50%	32,30%	46,30%	154,43	1,55
sezione 1 (blocco UV)	25906	17,90%	31,40%	50,80%	122,66	1,23
NOTE AL PAR	I LUX SONO MAGGIORI IN SEZ 6 - ED INFERIORI IN SEZ 2 - QUASI UGUALI SEZ 2 E SEZ 1					
BANDA IN %	LA MIGLIORE RISPOSTA LA RIPORTA LA SEZ.2 (QUINDI LA MIGLIORE RISPOSTA ALL'INCREMENTO DELLA BANDA TRA 660 Micron E 760)					
RADIAZIONE IN Watt	LA SEZIONE 2 è LEGGERMENTE PIÙ EFFICIENTE IN TERMINI DI ENERGIA					
i superiori dati si riferiscono ad una sola lettura in un unico orario ossia alle ore 11,00 del giorno 11/10/2024						
Si consideri che la serra è esposta a Est- Sud Ovest						

(Cit.: Le radiazioni UV, infatti, possono interferire con il ciclo biologico di alcuni patogeni (funghi e insetti vettori di virus), per cui le fitopatie ad essi riconducibili risultano, in mancanza di tali radiazioni, quantomeno rallentate nella loro diffusione all'interno delle colture protette (Leach, 1962 e 1967; Onesirosan e Banttari, 1969; Honda e Yunoki, 1977; Honda et al., 1977; Kumagai, 1982; Sasaki et al., 1985; Reuven et al., 1989; Vakalounakis, 1991; Panagopoulos et al., 1992; Reuven e Raviv, 1992 e 1998; Nicot et al., 1996; Elad, 1997). Sui presupposti teorici dell'effetto "antifungino", limitato ovviamente ad alcune specie fitopatogene, che caratterizza i materiali di copertura stabilizzati alla luce, ovvero sia sulle interazioni tra radiazioni UV a determinate lunghezze d'onda e crescita del micelio, formazione delle spore e loro germinazione, esiste ad oggi una vasta letteratura (Zachariah et al., 1956; Walter, 1957).



Cit: In serre coperte con film che assorbivano con spettri differenti la radiazione UV, sono stati ottenuti, in colture di pomodoro e cetriolo, risultati altamente positivi sul contenimento delle popolazioni di insetti quali Bemisia tabaci, Frankliniella occidentalis, Aphis gossypii, e sulla conseguente incidenza della virosi responsabile dell'accartocciamento fogliare giallo del pomodoro (TYLCV), apparsa estremamente più elevata sotto la copertura che trasmetteva completamente la radiazione nelle bande dell'ultravioletto (Antignus et al., 1996). Risultati analoghi sono stati ottenuti, più recentemente, in Sicilia su pomodoro (Rapisarda et al., 2006) mentre in Spagna l'efficacia dei film in grado di bloccare l'ultravioletto sulla riduzione dell'incidenza di virosi è stata osservata su lattuga (Ferreeres et al., 2003).

Nelle applicazioni localizzate, le pellicole quantiche hanno la proprietà, orientandone la speciale configurazione, di alterare i rapporti rosso / rosso-lontano (R / FR), blu / rosso (B / R), blu / rosso-lontano (B / FR). La relativa alterazione dei rapporti tra frazioni dello spettro si dimostra efficace nella foto-morfogenesi.

Tuttavia, le piante possono facilmente raggiungere la saturazione della luce (PARsat) con livelli moderati di luce solare o persino subire un'inibizione della luce con un'intensità luminosa eccessiva e una grande frazione dell'energia solare assorbita dalle piante può dissipata sotto forma di calore.

Le applicazioni flessibili della luce manipolata seguono la distribuzione della luce nello spazio interno dell'agrivoltaico seguendo le variazioni stagionali della radiazione solare e lo sviluppo delle piante con diversi livelli di diffusione (basso, medio, alto).

Allo scopo della valutazione della qualità della luce manipolata in spazi confinati e privi di radiazione diretta (DHI) – nel contesto della sperimentazione NITAP – è stata misurata la composizione spettrale al di sotto di pannelli opachi, della dimensione ciascuno di due metri quadri, posti ad una altezza di mt. 4,5 dal suolo. La misurazione della luce diffusa e riflessa - in tale restrizione – è stata confrontata con le correzioni della frazione del PAR dello spettro ottenute mediante la posa contestuale di film per la manipolazione.

Sintesi descrittiva: **AZIONE/SEZIONI - Rilevazioni e note su sezione N° 2 “sezione PAR 1”**

Come precedentemente descritto in questa sezione sono stati inseriti:

- Film luminescente che copre dal tetto (altezza metri 2,20) la vegetazione; (distribuito orizzontalmente)
- I laterali dal tetto scendono fino a 1 metro dal piano di coltivo.



- Su due pareti sono stati lasciati “finestre” per agevolare il volo dei bombi.



Inoltre, in questa sezione sono stati inseriti:

n°1 PAR – n° 1 Piranometro n° 1 TDR – n°1 PHmetro – n° 1 bagnatura fogliare – n° Tensiometro.

Corredo fotografico durante le fasi di coltivazione.



Ministero della Giustizia



PSR Sicilia 2014/2024 misura 16/16.1 Progetto NITAP- convegno finale 17/07/2025.



Ministero della Giustizia



PSR Sicilia 2014/2024 misura 16/16.1 Progetto NITAP- convegno finale 17/07/2025.



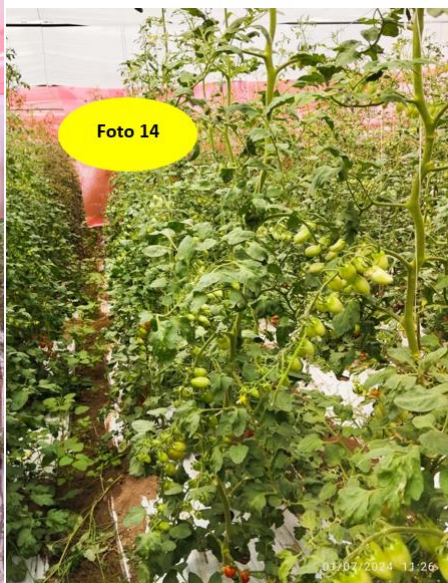
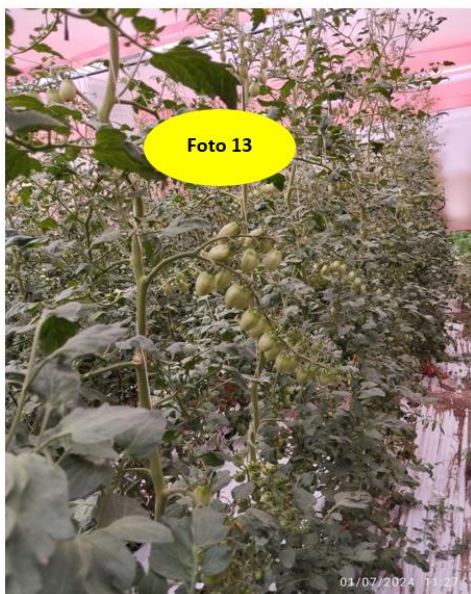
Ministero della Giustizia



PSR Sicilia 2014/20224 misura 16/16.1 Progetto NITAP- convegno finale 17/07/2025.



Ministero della Giustizia





Ministero della Giustizia



PSR Sicilia 2014/20224 misura 16/16.1 Progetto NITAP- convegno finale 17/07/2025.



Descrizione dello status della coltura di pomodoro a confronto nelle sei (6) sezioni, con riferimento fotografico del 01/07/2024:

foto n° 1: sezione N° 2 sezione PAR

foto n° 2: sezione N°4 PAR "controllo

foto n° 3: sezione N° 4 area controllo PAR

foto n° 4: sezione N° 1 area Blocco UV foto ravvicinata

foto n° 5: sezione N° 1 area Blocco UV vista vs frontale della serra.

foto n° 6: sezione N° 3 area controllo "metodo aziendale"

foto n° 7: sezione N° 5 "film Blocco UV "foto panoramica"

foto n° 8: sezione N° 5 "film Blocco UV" foto ravvicinata

foto n° 9: sezione N° 5 "film Blocco UV" sullo sfondo sezione N° 4 "PAR controllo"

foto n° 10: sezione N° 2 "PAR" con lo sfondo sezione 1 Film "Blocco UV".

foto n° 11: sezione N° 3 - sezione controllo "metodo aziendale" foto ravvicinata.

foto n° 12: sezione N° 5 - sezione con applicazione di film "Blocco UV"

foto n° 13: sezione N° 2 - sezione PAR -

foto n° 14: sezione N° 5 con film "blocco UV". Sullo sfondo: la parete di sezione 4 "controllo PAR"

foto n° 15: sezione N° 3 sezione controllo "metodo aziendale" sullo sfondo la parete di sezione 4 "controllo PAR"

foto n° 16: sezione 2 "sezione PAR"

foto n° 17: sezione N° 5 con copertura film blocco UV - sullo sfondo la sezione 4 "controllo PAR"

foto n° 18: presenza di mosche bianche.

Rilievi:

- i. Si nota un evidente sviluppo vegetativo e con la presenza, in media di 1,5 grappoli fruttiferi.
- ii. Le piante presenti hanno raggiunto l'altezza al film luminescente in minor tempo rispetto alle altre sezioni. (allegata scheda rilievi)



Ministero della Giustizia



- iii. Attraverso lo Spettro radiometro si misureranno le quantità radiometriche assolute in ristrette bande di lunghezza d'onda: in fase di rilevazione. (allegata scheda rilievi)
- iv. Le foglie mostrano un verde scuro evidente, RILIEVO DEL 10/07/2024. In questo caso s
- v. i allegano i rilievi e studi effettuati, per il contenuto di clorofilla, Prof. Carmelo Rapisarda ordinario Entomologia UNICT)).
- vi. I grappoli fruttiferi presentano + 2/+ 4 frutticini allegati (RILIEVO DEL
- vii. verrà verificato a tavolino, N° per grappoli su un campione di 10 piante selezione al centro della sezione, il numero dei frutti e il relativo peso). Il dato sarà confrontato con la sezione n° 6 “controllo metodo aziendale
- viii. il grado Brix rilevato il giorno 12/07/2024 rilevato sempre con le stesse modalità di cui al punto vi., in seguito allegato:
- ix. Foglie ispessite, quasi coriacee.
- x. Al controllo del 10/07/2024 si evidenzia la presenza di numerose piante con infestazione di *Aculus Pelekassi*, sia nella sezione 2 e relativa sezione replica ovvero sezione n° 4; ugualmente presenti in sezione n° 6 e sezione n° 3 “sezioni “controllo metodo aziendale”.
- xi. N° 2 piante con sintomi di *Tylcv* (probabile)
- xii. Rarissimi individui di mosca bianca
- xiii. Rarissima presenza di *T. Obsoluta*
- xiv. Altissima presenza di *Nesidiocoris T.*

Nelle sezioni di controllo “metodo aziendale”: sezione N° 3 e replica sezione N° 6

- numero maggiore di piante con sintomi ascrivibili al *Tylcv* (l'intera serra è rimasta volutamente con i teli laterali alzati per permettere la maggiore infestazione di insetti).
- numerose piante con evidenti sintomi ascrivibili a *Tomato Brown rugose*
- genericamente presentano foglie più chiare
- genericamente sono presenti da 1 a 1,5 palchi fruttiferi in meno rispetto alla sezione 2 PAR 1 (scheda rilievo allegata)
- la maturazione è in ritardo rispetto alla sezione N° 2 PAR 1 (rilievo scheda allegata).



Ministero della Giustizia



MISURAZIONI lux EFFETUATE DA SENSORI LUALTEK NEL PERDIODO 20.05.2024 – 06.06.2024

Luxometro 1 sotto film par - media: **na**, MAX: **19811 lux**



Luxometro 2 block UV - media: **5579.5 lux**, MAX: **13511 lux**



Luxometro 3 controllo - media: **na lux**, MAX: **17532 lux**





Ministero della Giustizia



MISURAZIONI PAR EFFETUATE DA SENSORI LUALTEK NEL PERDIODO 20.05.2024 – 06.06.2024

PAR sezione 1 media: **173.1** $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$, MAX: **1322.9** $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$



PAR 2 filmPar laterale – media: **236.8** $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$, MAX: **944.8** $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$





Ministero della Giustizia



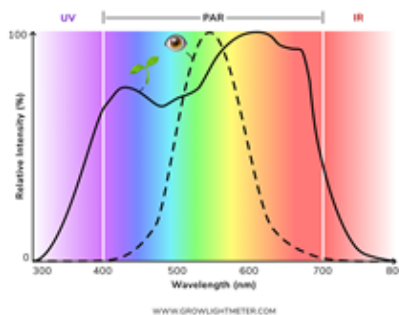
Un po' di definizioni per meglio comprendere il valori e le misurazioni della luce:

Lux, PAR e wattaggio non sono equivalenti

- Lux, la cui unita' di misura e' il lux, misura l'illuminazione o intensita' luminosa in termini di luce visibile agli umani, infatti e' importante in ambienti di lavoro, abitazioni, centri sportive, ecc.
- PAR, la cui la cui unita' di misura e' il $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, misura come dice la parola stessa 'Photosynthetically Active Radiation' la radiazione (non luce) percepita dalle piante ed in particolare il numero e la relativa energia dei fotoni che raggiungono una superficie di un metro quadro in un secondo. Il PAR non da solo indicazioni dell'intensita' luminosa (utile per le piante) in generale ma anche dell'energia dei fotoni presenti. Infatti, ogni fotone ha una diversa energia, per esempio un fotone blu (450 nm = $4.4 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 2.76 \text{ eV}$) ha un'energia Maggiore di un fotone rosso lontano (700 nm = $2.8 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1.8 \text{ eV}$).
- W/m^2 misurata dal piranometro come wattaggio misura l'energia totale che raggiunge una superficie di un metro Quadro senza tener contp dei diversi fotoni presenti e del tempo.

CONCLUSIONE: in ambito vegetale ed agricolo la migliore unita' di misura e' il PAR o PFD (Photon Flux Density) che misurano in $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$.

La luce e' la parte di spettro elettromagnetico, e quindi radiazione, visibile all'occhio umano



Dal punto di vista agronomico si riporta di seguito:

La **pellicola luminescente per serre**, ottimizza la luce solare all'interno della tua serra, in generale sulla chioma delle colture agrarie. Questo strato di luce utilizza la nanotecnologia pulita, nota come punti quantici, per migliorare la qualità della luce richiesta da tutti i vegetali verdi che per la loro capacità di elaborare sostanze organiche loro necessarie per la costruzione e il funzionamento dell'organismo, sostanzialmente partendo da CO2 acqua e luce solare, la trasformano in energia. La pellicola luminescente sfrutta la luce invisibile all'occhio umano e cioè le parti inutilizzate dello spettro solare, i fotoni UV e blu, e li converte in arancione, rosso e rosso lontano, dando alle tue

piante ciò di cui hanno bisogno per crescere e potenziarsi.

La definizione di PAR, radiazione fotosinteticamente attiva o photosynthetically active radiation, in inglese, è una misura dell'energia della radiazione solare intercettata dalla clorofilla a e b nelle piante.



La possibilità di applicare film luminescenti alla serra, al posto dei normali film, riporta un cambio strategico nel concetto di confinamento strutturale del micro ambiente condizionato. In alternativa si possono inserire film luminescenti all'interno della serra distesi orizzontalmente sulla proiezione della coltura. È un vantaggio non indifferente, la letteratura scientifica e le prove scientifiche effettuate riportano condizioni di piante più sane **ottenendo un aumento fino al 20-25% nella resa dei raccolti**. Tutto questo si risolve anche a netto vantaggio degli input negati sull'ambiente, riduzione di consumo di acqua, riduzione di nutrienti chimici, riduzione di pesticidi e la possibilità di controllare le fasi produttive delle colture.

Un aspetto fondamentale ma anche come principio assoluto del focus del progetto NITAP è la sperimentazione rivolta al controllo degli insetti e delle relative virosi (qualora trasmesse dagli insetti), ma anche sull'attività dei pronubi. Per questo ringraziamo il **Prof. Carmelo Rapisarda, Professore ordinario di Entomologia generale e applicata, DA3 UNICT, che come partner Scientifico del progetto NITAP**, sta donando il suo *superiore contributo scientifico* per la raccolta dati, valutazione e valorizzazione scientifica.

Il progetto **NITAP** (nanomateriali e innovazioni tecnologiche in agricoltura protetta), in corso di sviluppo e misurazione a Marina di Ragusa presso il **gruppo Econatura** (produttori in biologico), si ispira al **modello Ibleo** ed elegge la **“tecnologia abilitante chiave”** della **“fotonica”**.

Nella sperimentazione prototipale, attraverso la sottomisura 16.1 PSR Sicilia, il materiale di copertura è all'avanguardia nella tecnologia agricola e utilizza punti quantici che si spostano verso il rosso per ottimizzare la luce solare. Le pellicole offrono soluzioni sostenibili a lungo termine per migliorare la produttività delle colture. Ottimizzare le rese agricole in serra diminuendo gli input negativi è una delle principali sfide dell'agricoltura contemporanea. Per farlo, insieme ad altre tecniche agronomiche, è necessario dare un notevole risalto all'importanza della luce in quantità e qualità.

Lo status quali-quantitativo e le rese delle colture (in serra e non solo) sono strettamente connesse alla qualità della luce disponibile e all'efficienza_ PAR_ con cui le piante eseguono la fotosintesi clorofilliana. Gli eccessi di luminosità o eccessivo ombreggiamento, se protratte nel tempo danneggiano e riducono i raccolti.



Ministero della Giustizia



Le piante impiegano parte della luce solare per svolgere la fotosintesi. Studi scientifici dimostrano che viene utilizzata circa 40%. Infatti, la clorofilla (il pigmento presente nelle parti verdi delle piante che cattura la luce) assorbe solo determinate lunghezze d'onda dello spettro luminoso.

Il progetto NITAP (PSR Sicilia sottomisura 16.1) si è prefissato lo scopo di applicare e verificare l'utilizzo di film innovativi e restituire i DSS (Decision Support System), cioè di prendere decisioni strategiche di fronte a problemi che non possono essere risolti con i modelli di ricerca operativa. Tutto ciò si fonda sulle ultime proposte e soluzioni alternative e complementari all' illuminazione artificiale in serra, al fine di ridurre il consumo energetico e incrementare le rese in modo sostenibile. Grazie alle possibilità della commercializzazione di film plastici “dopati” con quantum dot in arrivo anche in Europa. I film innovativi utilizzati nel progetto NITAP, frutto della nanotecnologia e della fotonica più avanzata, sono in grado di ottimizzare la luce solare assorbita e restituirla alla pianta in condizioni adatta per la crescita delle colture in serra e tunnel. Questa tecnologia agisce in modo di:

- convertire la luce non utilizzabile dalle piante in luce utile per la fotosintesi (PAR);
- modifica la luce PAR in lunghezze d'onda più ottimali per le colture.

L'applicazione di tale metodologia è rivolta anche all'applicazione in campo agrivoltaico, creando strutture adeguate anche alle colture di pieno campo avviando un percorso stravolgente, “**coltivare producendo energia alternativa**”.



Ministero della Giustizia



PSR Sicilia 2014/2024 misura 16/16.1 Progetto NITAP- convegno finale 17/07/2025.



Ministero della Giustizia



MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE ALIMENTARI E FORESTALI



REPUBBLICA ITALIANA



MINISTERO FACILEMILIA
ASSESSORATO REGIONALE DELL'AGRICOLTURA
E DELLA PESCAICOLTURA
E DELLA PESCAICOLTURA



MISURAZIONI PAR EFFETUATE DA SENSORI LUALTEK NEL PERIODO 20.05.2024-06.06.2024

PAR sezione 1 media: 173.1 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$, MAX: 1322.9 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$



PAR 2 filmPar laterale - media: 236.8 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$, MAX: 944.8 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$





Ministero della Giustizia



MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE ALIMENTARI E FORESTALI



REPUBBLICA ITALIANA



MINISTERO FACILEMILIA
ASSESSORATO REGIONALE DELL'AGRICOLTURA
E DELLA PESCA VENTIMIGLIA



MISURAZIONI lux EFFETUATE DA SENSORI LUALTEK NEL PERIODO 20.05.2024–06.06.2024

Luxometro 1 sotto film par - media: **na**, MAX: **19811 lux**



Luxometro 2 block UV - media: **5579.5 lux**, MAX: **13511 lux**

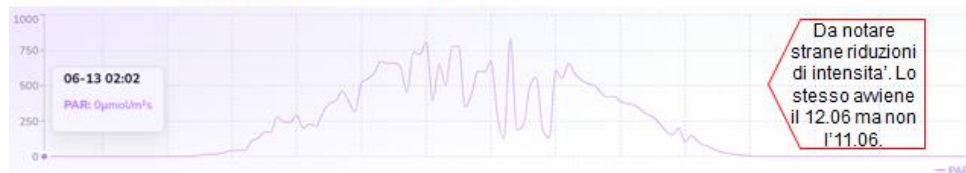


Luxometro 3 controllo - media: **na lux**, MAX: **17532 lux**



MISURAZIONI PAR EFFETUATE DA SENSORI LUALTEK NEL PERIODO 13.06.2024

PAR sezione 1 media: **202.9 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$** , MAX: **832.2 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$**



PAR 2 filmPar laterale – media: **86.2 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$** , MAX: **776.4 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$**

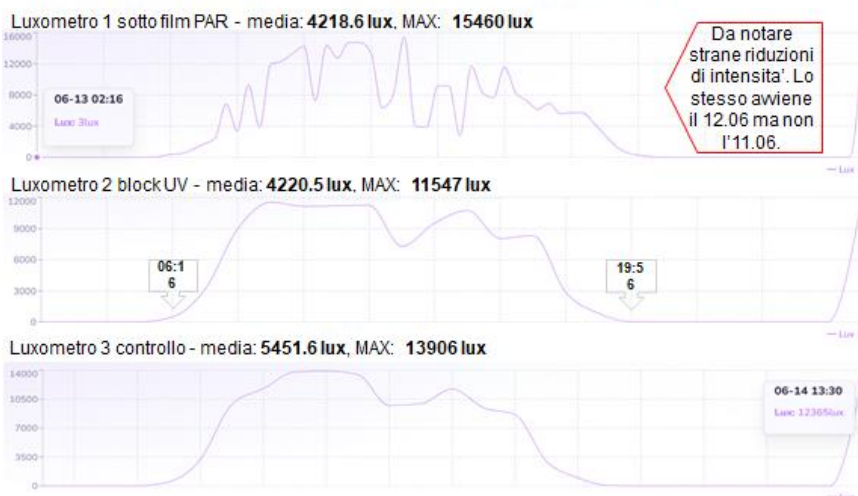




Ministero della Giustizia



MISURAZIONI lux EFFETUATE DA SENSORI LUALTEK NEL PERIODO 13.06.2024



Il “ **Progetto NITAP**” ha rivolto la sua attenzione, e per la quale ha applicato la migliore tecnologia per il rilevamento dei dati, alle due componenti fondamentali per le attività svolte nella serra: le lunghezze d’onda che permettono di rendere possibile la fotosintesi (denominata Par, Photosynthetically active radiation), e la misurazione dell’energia della radiazione solare intercettata dalla clorofilla a e b nelle piante, valutando l’infrarosso che è alla base sia del cosiddetto “effetto serra”, e dell’infrarosso corto associato alla Par. La Par è causa di particolari effetti sulla coltura quali germinazione dei semi, l’allungamento dello stelo e l’espansione delle foglie. La radiazione luminosa utilizzata per la fotosintesi è compresa tra le lunghezze d’onda di 400 nm e di 720 nm (altri autori riferiscono

380nm/710nm); tali lunghezze d’onda ricadono nel campo del visibile. L’intensità della radiazione solare è invece dipendente da diversi fattori quali esposizione, latitudine e condizioni meteorologiche. Per ciascuna sezione potrà pertanto essere stimato l’apporto di energia solare.

È nostro obiettivo dimostrare che per ottenere dalle colture il massimo della produttività si dovrebbe cercare di riprodurre le condizioni degli habitat naturali dove queste normalmente si sviluppano e considerare l’apprestamento serra come un semplice riparo dalle intemperie.



Quindi l'intensità luminosa è un aspetto da considerare qualora si desideri migliorare l'efficienza della serra; Inoltre, l'inserimento di sensori ed attuatori, configurando adeguati "scenari" ci permettono di mantenere condizioni ambientali ottimali per la coltura presente all'interno della serra, come ad esempio temperatura e umidità relativa. Problemi assolutamente diversi si manifestano invece durante i mesi più caldi, quando l'effetto serra, che diventa indispensabile sotto il profilo energetico durante il periodo invernale, dev'essere in qualche modo ostacolato e limitato allo scopo di evitare il surriscaldamento e di condizioni termiche estreme, e in questo caso si agisce con film luminescenti che bloccano le radiazioni riscaldanti, ed evitare quindi o ridurre la possibilità che possano instaurarsi livelli microclimatici proibitivi nel nostro microambiente.

Dal punto di vista agronomico si riporta di seguito:

La **pellicola luminescente per serre**, ottimizza la luce solare all'interno della tua serra, in generale sulla chioma delle colture agrarie. Questo strato di luce utilizza la nanotecnologia pulita, nota come punti quantici, per migliorare la qualità della luce richiesta da tutti i vegetali verdi che per la loro capacità di elaborare sostanze organiche loro necessarie per la costruzione e il funzionamento dell'organismo, sostanzialmente partendo da CO2 acqua e luce solare, la trasformano in energia. La pellicola luminescente sfrutta la luce invisibile all'occhio umano e cioè le parti inutilizzate dello spettro solare, i fotoni UV e blu, e li converte in arancione, rosso e rosso lontano, dando alle tue piante ciò di cui hanno bisogno per crescere e potenziarsi.

La possibilità di applicare film luminescenti alla serra, al posto dei normali film, riporta un cambio strategico nel concetto di confinamento strutturale del micro ambiente condizionato. In alternativa si possono inserire film luminescenti all'interno della serra distesi orizzontalmente sulla proiezione della coltura. È un vantaggio non indifferente, la letteratura scientifica e le prove scientifiche effettuate riportano condizioni di piante più sane ottenendo **un aumento fino al 20-25% nella resa dei raccolti. Tutto questo si risolve anche a netto vantaggio degli input negati sull'ambiente, riduzione di consumo di acqua, riduzione di nutrienti chimici, riduzione di pesticidi e la possibilità di controllare le fasi produttive delle colture.**



Nella sperimentazione prototipale, attraverso la sottomisura 16.1 PSR Sicilia, il materiale di copertura è all'avanguardia nella tecnologia agricola e utilizza **punti quantici** che si spostano verso il rosso per ottimizzare la luce solare. Le pellicole offrono soluzioni sostenibili a lungo termine per migliorare la produttività delle colture.

L'applicazione di tale metodologia è rivolta anche all'applicazione in campo agrivoltaico, creando strutture adeguate anche alle colture di pieno campo avviando un percorso stravolgente, **“coltivare producendo energia alternativa”**.

COMUNICAZIONI - OSSERVAZIONI - SERRA PROTOTIPALE - PROGETTO NITAP - SED: MARINA DI RAGUSA C/DA FONTANA VECCHIA.

AZIENDA PARTNER: ECONATURA SS AGRICOLA

COLTURA IN OSSERVAZIONE: pomodoro datterino cv “dattery” (allegata scheda tecnica)

TRAPIANTO: settimana dal 25 al 30 Aprile 2024

Caratteristiche ambientali



Le pellicole fotoluminescenti utilizzate convertono i fotoni UV e blu in arancione e rosso con picco di emissione intorno a 620 nm. Con percentuali di trasmissione del 75.6, 64.3, 110.7 e 98.7 % rispettivamente nel blu, verde, rosso e infrarosso, la pellicola permette di manipolare lo spettro solare adattandolo ad uno spettro

PSR Sicilia 2014/20224 misura 16/16.1 Progetto NITAP- convegno finale 17/07/2025.



più efficiente per la fotosintesi con una perdita ridotta di radiazione luminosa. Per valutarne l'efficienza, tale pellicola è stata posizionata in una sezione della serra, al di sopra ed ai lati delle piante di pomodoro, e confrontata ad una sezione della serra senza pellicola fotoluminescente. In un'altra sezione della serra è stata utilizzata al di sopra, anche ai lati, delle piante di pomodoro una pellicola fotoselettiva anti UV che bloccando la lunghezza d'onda al di sotto dei 360 nm limita l'attività di alcuni parassiti.

Al fine di confrontare le diverse sezioni sperimentali ('PAR', 'UV' e 'Controllo'), sono previste valutazioni ai livelli agronomico, entomologico e fotonico.

Per quanto riguarda la luce, sensori che misurano l'intensità luminosa (in lux ed in $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) sono stati collocati nella stessa posizione, centro, ed alla stessa altezza (metri 2,10) nelle varie sezioni. Nella figura riportata sotto, si può notare come l'intensità PAR media è minore nella sezione PAR rispetto alla sezione UV ed ancora di più rispetto alla sezione Controllo. Tale differenza di intensità luminosa potrebbe essere causata dalla funzione delle pellicole PAR ed UV di filtrare lo spettro solare. Lo spettro luminoso che viene trasmesso dalla pellicola PAR e dalla pellicola UV non comprende determinate lunghezze d'onda, ed è quindi ridotto rispetto allo spettro solare che raggiunge normalmente le piante in serra ('Controllo' in questo caso). Tale ipotesi potrebbe essere verificata da una misurazione spettro radiometrica che dia informazioni dettagliate sull'intensità luminosa o quantità di fotoni delle lunghezze d'onda presenti in serra ed uno spettro luminoso della luce a livello delle piante.

Misurazioni PAR effettuate da sensori Lualtek giorno 03.07.2024

PAR 1 sezione 2 - media: **294.2 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$** , MAX: **685.7 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$**



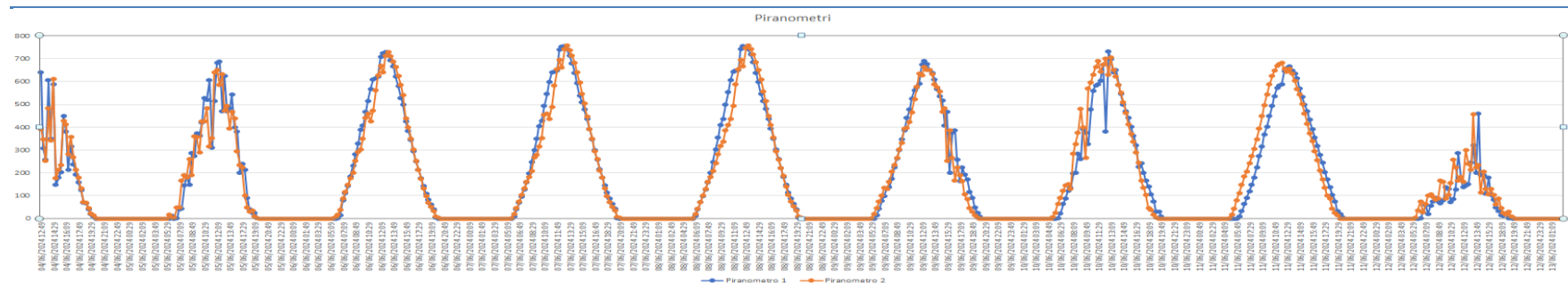
PAR 3 sez 5 film blocco UV - media: **368.2 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$** , MAX: **849.6 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$**

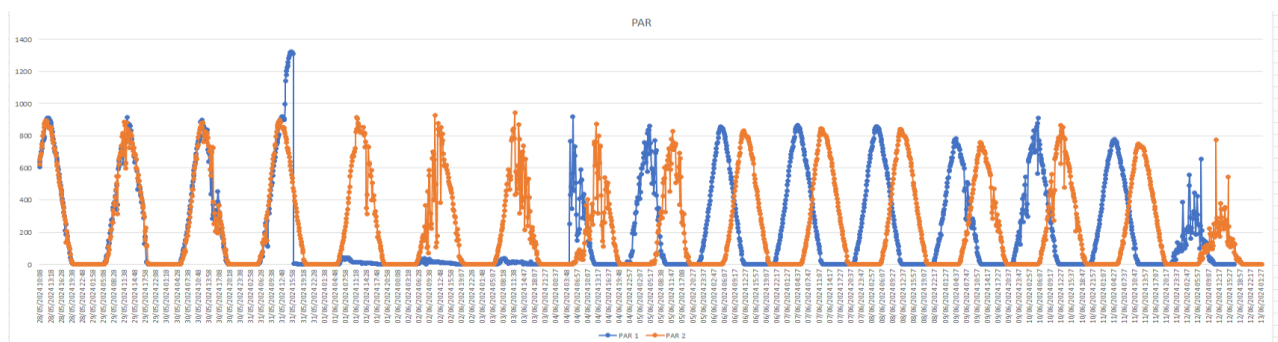
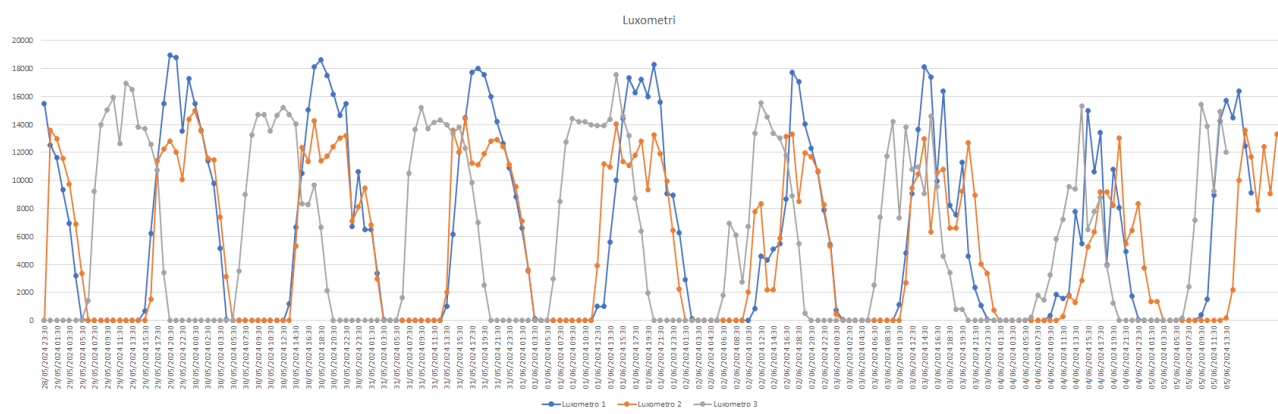


PAR 5 sezione 6 CONTROLLO aziendale - media: **439 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$** , MAX: **1092.2 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$**



Misurazioni effettuate dal 28/05/24 al 13/06/2024:





Caratteristiche fisico chimico del terreno su cui insiste la coltura è composto: (da analisi del 18/05/2021)

Materia sabbiforme % 51,28

PSR Sicilia 2014/2024 misura 16/16.1 Progetto NITAP- convegno finale 17/07/2025.



Materiale Limiforme % 25,84
Materiale Argilliforme % 22,88
S.O. % 3,23
Azoto totale % 0,29
Fosforo assimilabile ppm 161 (molto superiore ai valori normali)
Importante presenza di scheletro

Al controllo del 24/giugno/2024 si riportano le variazioni riguardanti lo sviluppo vegetativo a confronto nelle sei sezioni, la formazione di palchi fiorali, del numero di fiori allegati, della presenza di frutti sviluppati di eventuale accelerazione e/o anticipo del ciclo culturale.

Di seguito sono indicati gli apporti fertilizzanti

Seguiranno le attese risposte alle osservazioni in campo del Prof. Carmelo Rapisarda che riguarderanno la presenza di Bemisia tabaci, di tuta Obsoluta e di quanto altro rilevante, in relazione anche degli interventi agronomici (fertilizzazioni, apporti idrici), dati ambientali

A proposito di interventi fertilizzanti si elencano dosi e tipo di fertilizzanti:

- a) **Pre-trapianto: 28/04/2024**
kg 80 Polvere di Diatomee, interrato
litri 1 di estratto d'aglio (che agisce contro le forme libere di nematodi al terreno)
- b) A circa 8 giorni - **07/05/2024** - dal trapianto per 350 metri circa di superficie coltivata, fertirrigazione con:
Solfato di potassio gr. 300
Solfato di magnesio gr. 800
Crysil SC litri 2
Estratto d'aglio a 150 ml
- c) Il 16/05/2024 fertirrigato con:
gr. 100 complesso amminoacidi con contenuto di azospirillum spp-Pseudomonas spp- - funghi micorrizici
gr. 100 di formulato contenente batteri della rizosfera e trichoderma.
litri 1 sostanza organica
dal 16/05/2024 a turni di 8 giorni interventi fertilizzanti come al b).



Ministero della Giustizia



controllo del 22/06/2024



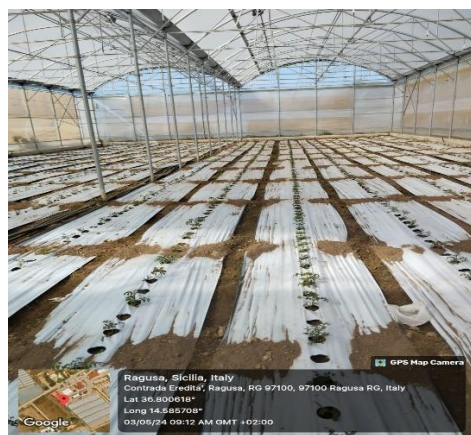
Foto del 27/06/2024



RILIEVO FOTOGRAFICO DEL 01/07/2024



Ministero della Giustizia



Progetto GO NITAP

Analisi dei risultati scientifici

Gestione della radiazione solare (significati e modalità di calcolo)

Valutazione agronomica

Abstract: relazione Prof Carmelo Rapisarda-Università degli Studi di Catania dipartimento Agricoltura e Ambiente: *il controllo fisico dei fitofagi nelle colture orticole protette, con particolare riferimento alle modificazioni dello spettro luminoso indotte dai materiali di copertura delle serre.*

PSR Sicilia 2014/20224 misura 16/16.1 Progetto NITAP- convegno finale 17/07/2025.



Abstract relazione Prof Caruso -Università degli Studi di Catania – Dipartimento Economia e Impresa: *misurazione dell'impatto ESG sull'attività progettuale NITAP.*

Abstract relazione Dr. Gaetano Iacono ricercatore presso UNICT DA3: Valutazione delle performance dei film foto-selettivi nei confronti dei patogeni fungini aerei del pomodoro.

Si allegano raccolta dati del 11/07/2024

RACCOLTA DATI DEL 11/07/2024																
INDIVIDUO	Numero Grappoli	altezza pianta alla cimatura	distanza media inserzione grappoli fiorali in cm			Numero frutti allegato per grappolo			lunghezza grappoli			grappoli pronta raccolta	RACCOLTI N° 10 POMODORI DAL PRIMO AL SECONDO GRAPPOLO. MACINATI E PRESO CAMPIONE PER GRADO BRUX	Raccolta dati il 17/07/2024: misurazione del grado brix- ph- EC, del succo dopo spremitura kg 40 di frutti (Lucifora ss)		
			basale	mediano	cimale	basale	mediano	cimale	basale	mediano	cimale			Ph	EC	Brix
36,00	7	2,45	18,00	28,00	32	8	20	34	38	32	38	2	1° RILIEVO = 8	Ph	EC	Brix
39,33	9	2,35	19	21	29	21	22	26	37	43	38	3	REPLICA = 7,8			
15,00	8	2,25	18	26	34	16	15	14	29	39	35	3	MEDIA = 7,9			
19,67	7	2,29	21	28	15	14	28	17	40	34	39	3				
23,33	8	3,05	14	28	30,5	24	22	24	45	43	40	3				
19,67	8	2,75	14	21,5	26	20	19	20	46	43	36	3				
12,33	8	2,85	14	26	26	12	11	14	39	44	29	4				
24,67	9	3,16	14	29	30	21	28	25	41	47	43	3				
14,67	9	2,25	18	26	33	18	11	15	41	39	38	3				
12,67	9	3,02	14	32	23	13	16	9	37	46	36	3				
														XX	XX	XX



Ministero della Giustizia





Ministero della Giustizia



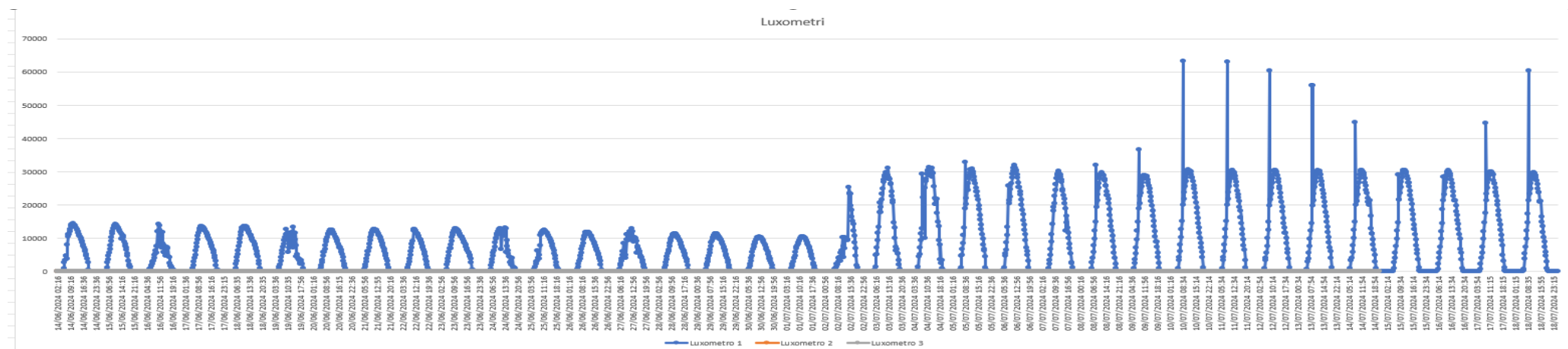
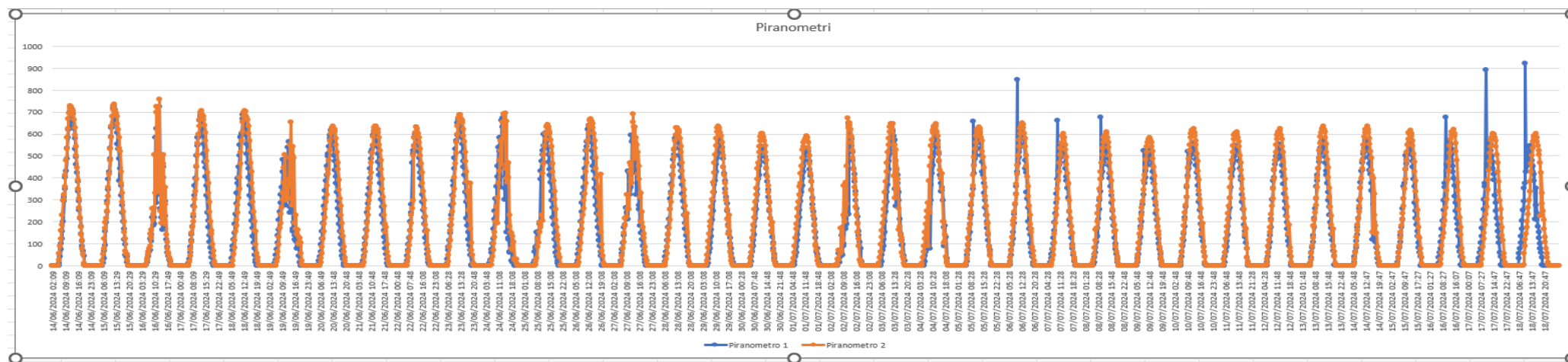
MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE ALIMENTARI E FORESTALI



REPUBBLICA ITALIANA



MINISTERO DELL'AGRICOLTURA, DELL'ALIMENTAZIONE E DELLE POLITICHE RURALI



PSR Sicilia 2014/2024 misura 16/16.1 Progetto NITAP- convegno finale 17/07/2025.



Ministero della Giustizia



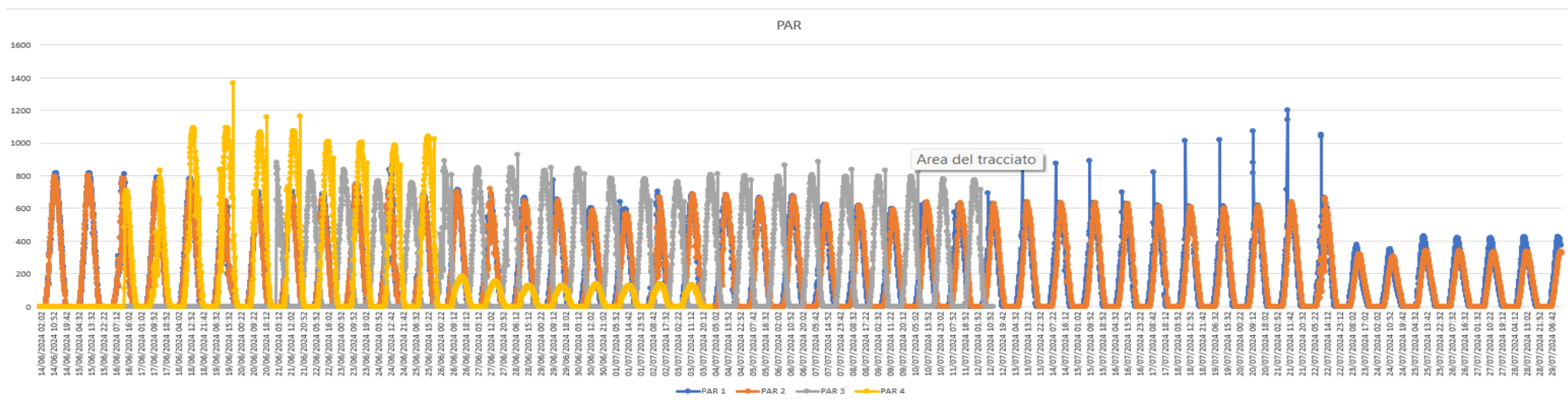
MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE ALIMENTARI E FORESTALI



REPUBBLICA ITALIANA



MINISTERO FACILE
ASSESSORATO REGIONALE DELLA SICILIA
CIRCOLO DI LIPOLAZZO
E DELLA PUGLIA VENTIMILA



delle colture.

La raccolta è avvenuta il 19/07/2024 mentre la macinatura è avvenuta il 23/07/2024 (qui si anticipa che nella prima settimana di settembre 2024 è previsto un secondo impianto da cui si monitoreranno rilievi e dati cui riferirà il Prof Carmelo Rapisarda).



Ministero della Giustizia



Progetto NITAP – raccolta pomodoro e macinatura presso partner di progetto Casato delle Delizie srls in Chiaramonte (RG) del 23/07/2024 su serra sperimentale Econatura ss agricola				
Kg complessivi	settore	Viscometria	Ph	Rif. lotti
549	Con Film aziendali	Cm 8,5 in 20 sec a T 28 °C	4,3	1-3-5-6
312	Con Film luminescenti	Cm 6 in 20 sec. A T 28°C	4,42	2-4
Totale raccolto kg 861	I settori 2 e 4 (con film luminescenti) presentano una viscosità maggiore			

La resa in salsa è stata di kg. 453,60 confezionata in 756 bottiglie di gr. 600 riportanti la dicitura in etichetta:

Prodotto e confezionato per:
PROGETTO NITAP
 COD PROG.:G20000070009
 PRODOTTO DERIVANTE DALLA
 SPERIMENTAZIONE SERRA
 NITAP c/to Econatura ss.
 97012, Chiaramonte Gulfi (RG)
 nello stabilimento:
 in C.da Piano Mondello,
 17 Chiaramonte G.(RG) 97012
 ITALIA

da consumarsi preferibilmente
 entro fine / N. di Lotto:
 L

PROGETTO NITAP

**PASSATA
 DI
 POMODORO DATTERINO**

CAMPIONE GRATUITO

INGREDIENTI Pomodoro Datterino varietà "Datterino F1" (97%), sale

Origine del pomodoro: Italia (Sicilia)

INFORMAZIONI NUTRIZIONALI PER 100 g DI PRODOTTO: Energia 92 kJ / 22 kcal, grassi 0,1 g, di cui acidi grassi saturi 0,0 g, carboidrati 3,9 g, di cui zuccheri 2,4 g, fibre 0,6 g, proteine 1,1 g, sale 0,3 g.

Dopo l'apertura conservare in frigo e consumare entro 3 giorni

Peso netto 660 g e

RACCOLTA DIFFERENZIATA
 Tappo - C / FE 91 - Metallo
 Bottiglia - GL72 - Raccolta vetro
 Vedi le disposizioni del tuo comune



La superficie totale della serra è di 480 mq, ed ha prodotto:



superficie totale serra mq	lotti (mq 80 x 6)	prodotto fresco intera sup.	prodotto fresco per mq	salsa prodotta in tot	salsa prodotta resa su sez	prodotto salsa x mq
480	tutti e 6 i lotti	861	1,79	453,6	0,53	0,945
160	sezione1-5 aziendale	276,5	1,73		145,67	0,910
160	sezione3-6 blocco UV	272,5	1,70		143,56	0,897
160	2-4(film luminescenti)	312	1,95		164,37	1,027
		861			453,60	



Foto da sezione 2PAR1 del 01/07/2024

Un aspetto fondamentale ma anche come principio assoluto del focus del progetto NITAP è la sperimentazione rivolta al controllo degli insetti e delle relative virosi (qualora trasmesse dagli insetti), ma anche sull'attività dei pronubi. Per questo ringraziamo il Professor Carmelo Rapisarda, che come partner del progetto NITAP, sta donando il suo impegno scientifico per la raccolta dati valutazione e valorizzazione scientifica. *(di cui allega abstract)*

Precedenti attività, all'interno del percorso progetto N.I.T.A.P.

INTERVISTA Terrà SL PROGETTO NITAP del 29_04_24 (intervistato: Giorgio Iabichella)

Coltivazione idroponica hi-tech con sensori e film luminescenti, anche in Sicilia arriva la serra del futuro

29 Aprile 2024



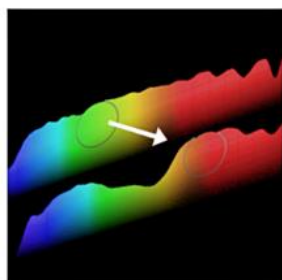
Ministero della Giustizia



La prima piantina di pomodoro ciliegino coinvolta in [Nitap](#) (Nanomateriali e innovazioni tecnologiche in agricoltura protetta), il progetto tutto made in Sicily finanziato dal PSR Sicilia, sottomisura 16.1, è stata messa in terra nel corso della mattina di lunedì 22 aprile, in una serra creata appositamente in contrada fontana nuova a Marina di Ragusa. Tra

un anno da quella serra potranno uscire dei dati preziosi, che potrebbero segnare una svolta sia per le tasche degli agricoltori che per il futuro dell'agricoltura siciliana.

A segnare la svolta, che gli specialisti coinvolti in Nitap, definiscono epocale, **potrebbero essere dei film polimerici con i quali è stata rivestita una parte della serra**, confrontando le performance, con le piantine contenute in altre cinque sezioni, ricoperte di altro tipo di pvc. Questi fogli di policarbonato dono dei film quantici, che grazie a delle strutture inserite grazie a delle procedure industriali, assorbono la luce, soprattutto dello spettro solare del verde, trasformandola in rosso, ottimizzando così la luce per rendere una migliore fotosintesi della pianta.



“Abbiamo costruito una serra, secondo gli standard normali. Una parte l'abbiamo ricoperta di PVC normale, quello che viene usato abitualmente dagli agricoltori in serra, poi abbiamo inserito i nostri teli fluorescenti e ancora, alcuni film bloccanti per i raggi **uv** e altri modulanti per intercettare una diversa lunghezza d'onda. – spiega a **Terrà** **Giorgio Iabichella, agronomo responsabile del progetto** -. Studieremo come ottimizzare l'azione che lo spettro solare ha sulla pianta e sulla sua crescita, vedendo le differenze tra le sezioni, e allo stesso tempo verificheremo anche lo sviluppo di insetti dannosi alla pianta, quali la mosca bianca e la falena tuta Obsoluta pericolosissima per il pomodoro, e la mobilità degli impollinatori”.



*Il tutto verrà realizzato anche grazie all'utilizzo di sensori di ultima generazione che saranno utili per elaborare parametri per risparmiare sull'apporto idrico e per fare un utilizzo ottimale di concimi, cercando di ridurre drasticamente quello di insetticidi anticrittogamici. Quello che sta accadendo adesso in Sicilia, non è una novità a livello mondiale, perché **lavori come questo sono stati già condotti in Grecia e in Austria**, adesso nelle campagne ragusane si comincia dunque a testare come sia applicabile nelle nostre zone. "La scelta del pomodoro ciliegino è stata una scelta di territorialità – dice Iabichella – perché si tratta di una delle qualità più consumate in Europa. Vogliamo verificare come la luce possa essere utile per aumentare i valori nutraceutici, il grado zuccherino, aumentare la presenza di vitamina C, dei polifenoli in generale e di una sostanza antiacida conosciuta come licopene".*

Al progetto prendono parte l'azienda capofila Market Led, il DiA3 dell'Università di Catania, Il Cerisvi (Centro di ricerca per lo sviluppo e l'innovazione), la Lualtek per la parte relativa alla sensoristica e al monitoraggio dati, la Sisac, che fornisce i film luminescenti, e un team di ricercatori esperti. "Tra 70 giorni avremo già pronti i primi grappoli di pomodoro e leggeremo e pubblicheremo i primi dati. Ogni due mesi daremo aggiornamenti sullo status del progetto che avrà i suoi risultati definitivi tra un anno, quando si chiuderà il secondo ciclo", conclude Iabichella.

©RIPRODUZIONE RISERVATA



Ministero della Giustizia



prima raccolta del 16/11/2024 NITAP						
		lotti/sez	kg	tot sezione kg	lato Est kg	lato Ovest
Pos OVEST	sez 1 blocco UV	lotto 1	31,5	76,15		31,5
Pos EST	sez 5 Blocco UV replica sez 1	lotto 5	44,65		44,65	
Pos OVEST	sez 2 PAR 1	lotto 2	46,5	92,2		46,5
Pos EST	sez 4 PAR 2 replica sez 2	lotto 4	45,7		45,7	
Pos Ovest	sez 3 aziendale	lotto 3	30,85	80,65		30,85
Pos EST	sez 6 az.le replica 3	lotto 6	49,8		49,8	
	TOTALE NETTO RACCOLTO		249	249	140,15	108,85

Note 1: la prima raccolta non è significativa. Da considerare un grave attacco di nematodi a 20 gioeni dal trapianto. Successivamente risolto

Per sezione:

la sezione PAR risulta il maggior produttore

la sezione aziendale: risulta il secondo produttore

la sezione blocco UV : il minor produttore

Per esposizione

l'esposizione ad EST risulta il maggior produttore nell'insieme

Esposizioni per singole sezioni

ad EST la sezione 6 il miglior produttore, seguito dalla sezione 4 PAR 2

ad OVEST la sezione 2(PAR 1) il miglior produttore seguito a notevole distanza dalla sezione 3 aziendale

Note 2

il prossimo raccolto preferire riferirci alla piante che vengono monitorate (n° 10 per sezione) per evitare inquinamenti e/o altro.

A



Ministero della Giustizia



MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE ALIMENTARI E FORESTALI



REPUBBLICA ITALIANA



MINISTERO DELL'AGRICOLTURA, DELLE POLITICHE ALIMENTARI E FORESTALI



Giorgio Iabichella

Progetto NITAP – rilevazione del 22/09/2024. Giorgio Iabichella



Giorgio Iabichella

Metodologia di calcolo dei Lux rilevati: Metodo Apogee instruments

PPFD ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) a Lux		Lux a PPFD ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	
Sorgente luminosa	Fattore di conversione	Sorgente luminosa	Fattore di calibrazione
Luce solare	54	Luce solare	0,0185
Lampade fluorescenti bianche fredde	74	Lampade fluorescenti bianche fredde	0,0135
Lampade al sodio ad alta pressione Mogul Base	82	Lampade al sodio ad alta pressione Mogul Base	0,0122
Sodio ad alta pressione a doppia estremità (DHP) ePapiilon 1000 W	77	Sodio ad alta pressione a doppia estremità (DHP) ePapiilon 1000 W	0,0130
Alogenuri metallici	71	Alogenuri metallici	0,0141
Alogenuri metallici ceramici (CMH-H42); temperatura colore standard 4200 K	65	Alogenuri metallici ceramici (CMH-H42); temperatura colore standard 4200 K	0,0154
Alogenuri metallici ceramici (CMH-H30-Agro); temperatura di colore 3100 K, spettro spostato verso lunghezze d'onda rosse	59	Alogenuri metallici ceramici (CMH-H30-Agro); temperatura di colore 3100 K, spettro spostato verso lunghezze d'onda rosse	0,0170
Moltiplicare il PPFD per il fattore di conversione per ottenere Lux. Ad esempio, la luce solare completa è $2000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ o 108.000 Lux ($2000 \cdot 54$).		Moltiplicare il Lux per il fattore di conversione per ottenere PPFD. Ad esempio, la luce solare piena è 108.000 Lux o $2000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ($108.000 \cdot 0,0185$).	

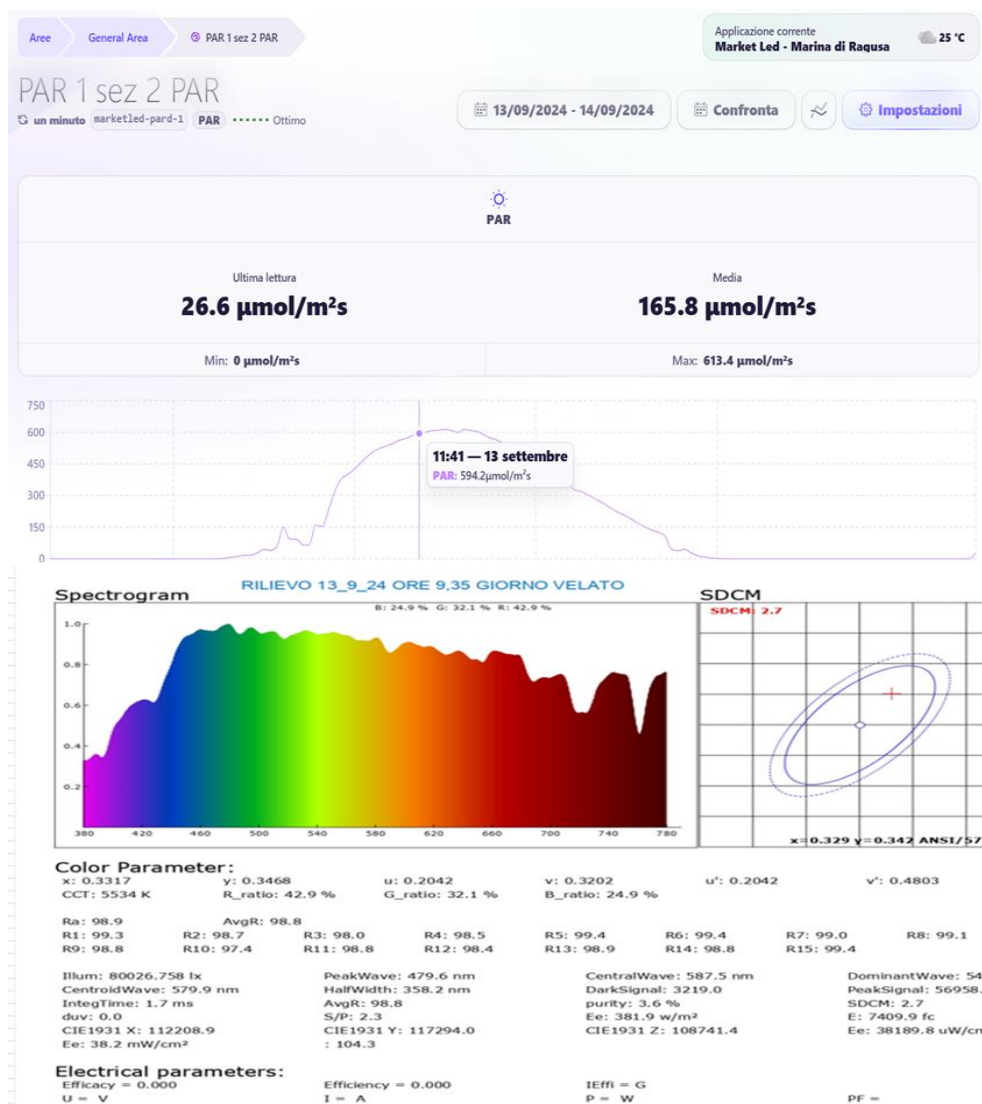
.....mentre si notano leggere differenze con il metodo di calcolo Waveform Lighting

IL PAR RILEVATO CIRCA LO STESSO TEMPO



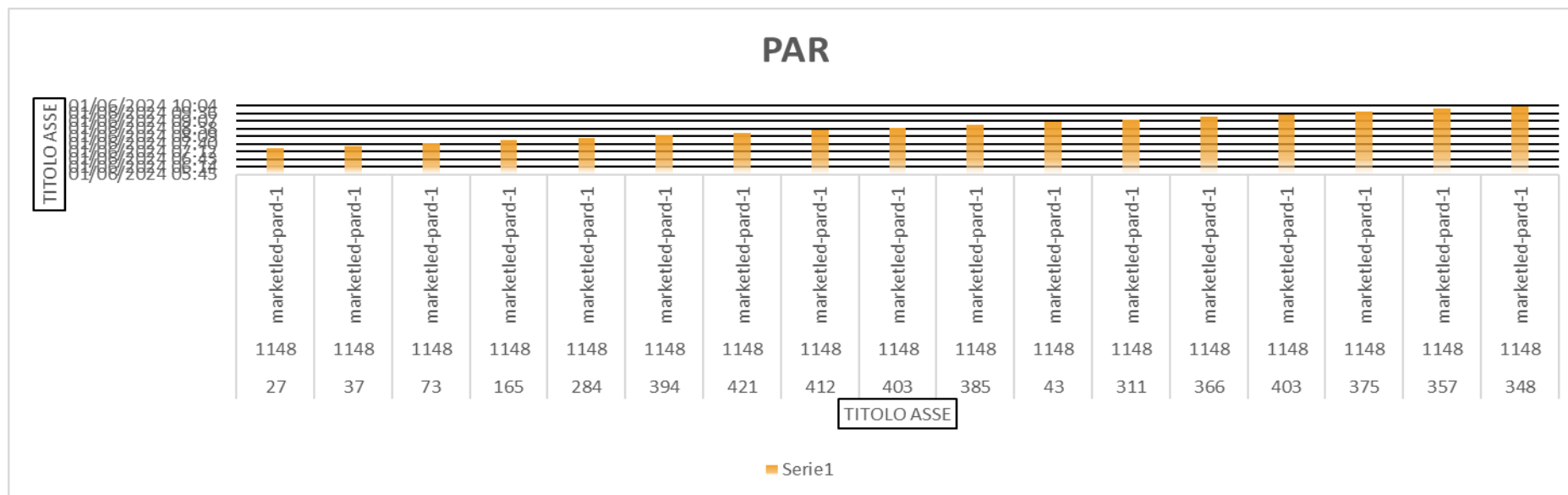


Ministero della Giustizia





Ministero della Giustizia



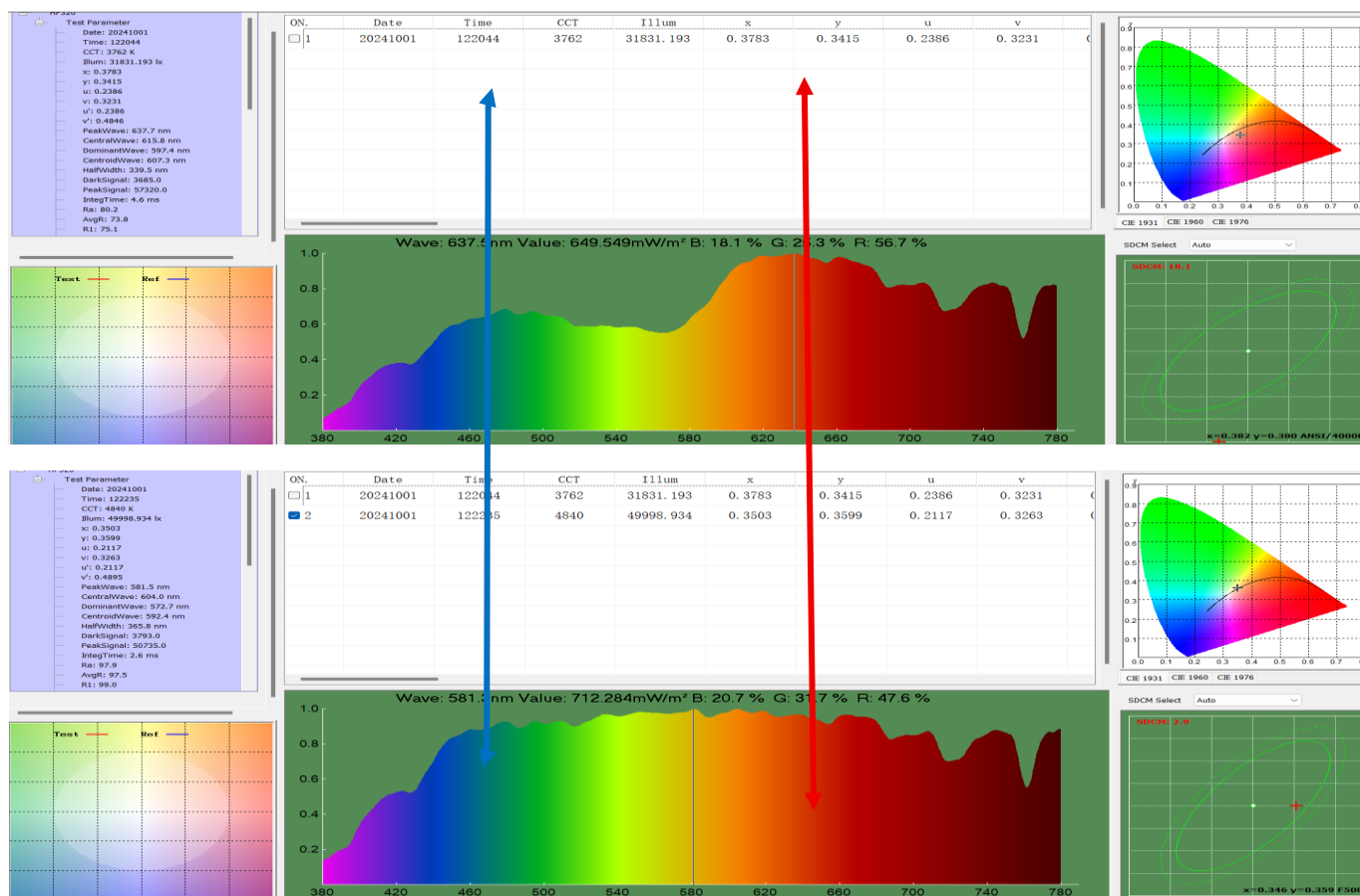


Ministero della Giustizia



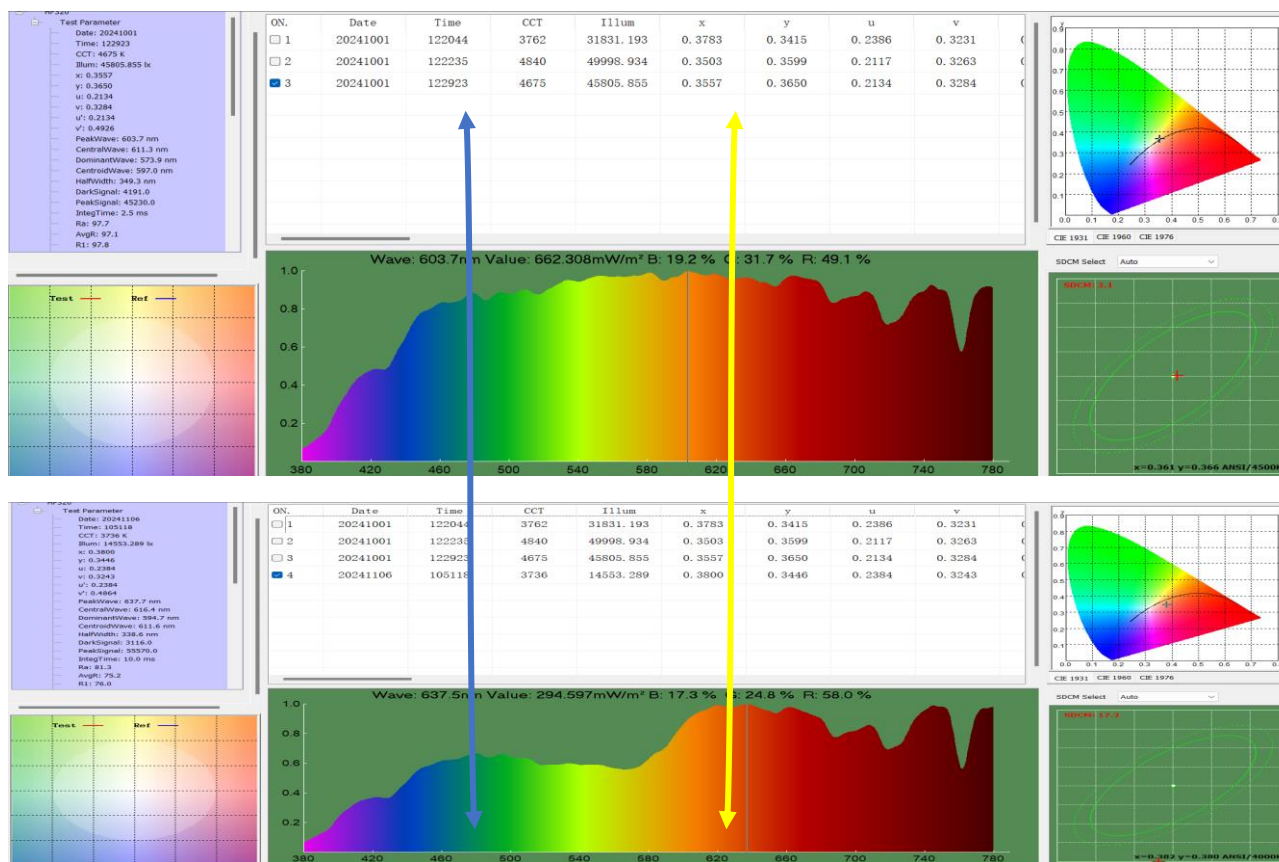
27	1148	marketled-pard-1	01/06/2024 07:23
37	1148	marketled-pard-1	01/06/2024 07:33
73	1148	marketled-pard-1	01/06/2024 07:43
165	1148	marketled-pard-1	01/06/2024 07:53
284	1148	marketled-pard-1	01/06/2024 08:03
394	1148	marketled-pard-1	01/06/2024 08:13
421	1148	marketled-pard-1	01/06/2024 08:23
412	1148	marketled-pard-1	01/06/2024 08:33
403	1148	marketled-pard-1	01/06/2024 08:43
385	1148	marketled-pard-1	01/06/2024 08:53
43	1148	marketled-pard-1	01/06/2024 09:03
311	1148	marketled-pard-1	01/06/2024 09:13
366	1148	marketled-pard-1	01/06/2024 09:23
403	1148	marketled-pard-1	01/06/2024 09:33
375	1148	marketled-pard-1	01/06/2024 09:43
357	1148	marketled-pard-1	01/06/2024 09:53
348	1148	marketled-pard-1	01/06/2024 10:03

GO NITAP- CAPO FILA MARKET LED SRL MISURA SPETTROMETRICHE





Ministero della Giustizia





Ministero della Giustizia



MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE ALIMENTARI E FORESTALI

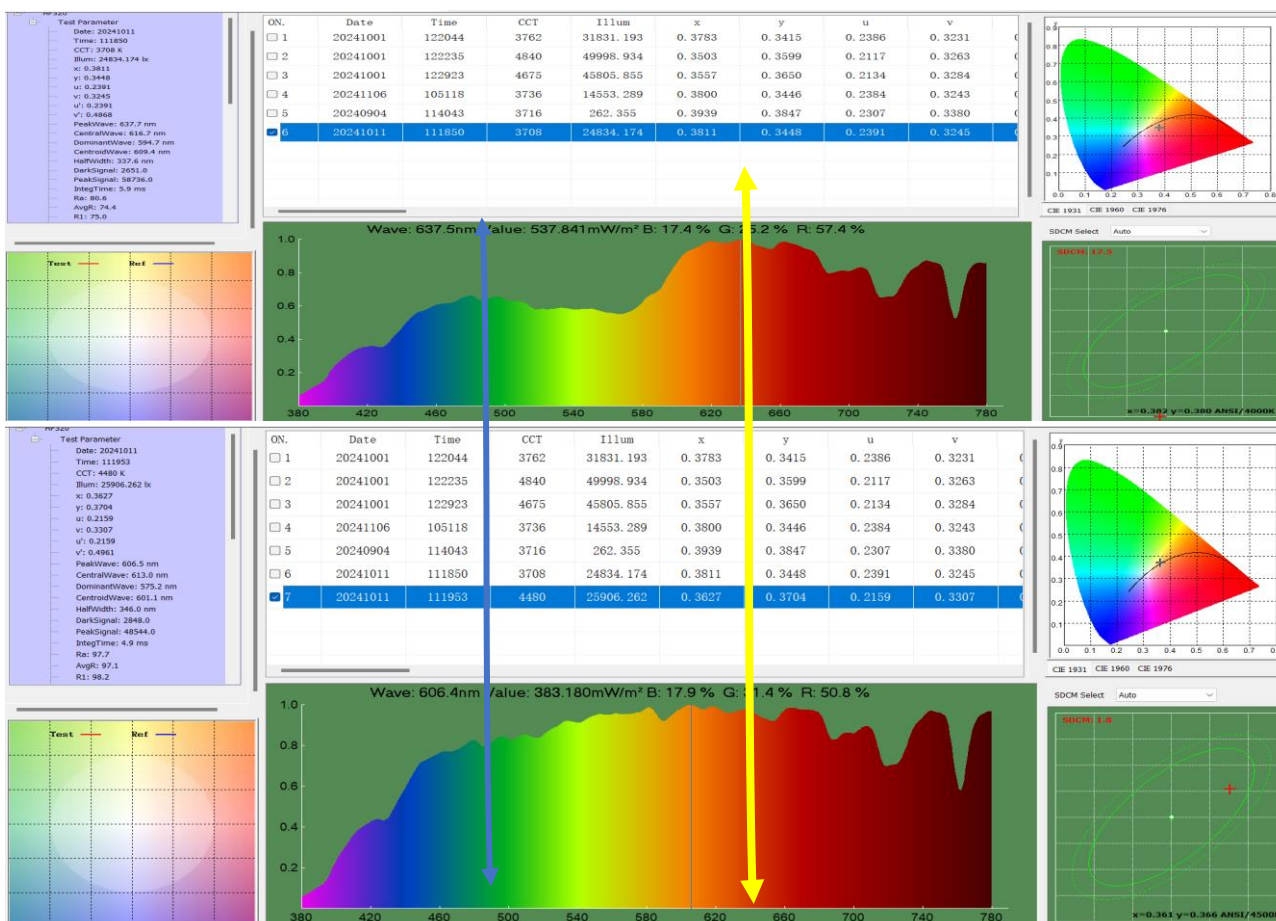
REPUBBLICA ITALIANA



MINISTERO DELL'AGRICOLTURA, ALIMENTAZIONE E FORESTALTA'



SEZIONE 2 Par 1 lettura del 11/10/2024



PSR Sicilia 2014/2024 misura 16/16.1 Progetto NITAP- convegno finale 17/07/2025.



Ministero della Giustizia



Rilievo dati secondo trapianto di 05/09/2024



Nelle ultime due settimane e cioè dal 10 al 25 giugno '24, la bagnatura fogliare non ha dato significativi problemi. La bassissima umidità ambientale non ha dato significativi segni di mancata allegazione. Non si sono notati fenomeni di guttazione. Non si sono avuti segni di guttazione.



Ministero della Giustizia



Tensiometro 1 “Sezione PAR”: lettura dal 10 Giugno al 25 giugno ore 16.30



Ministero della Giustizia



Dispositivi

Tensiometro 1

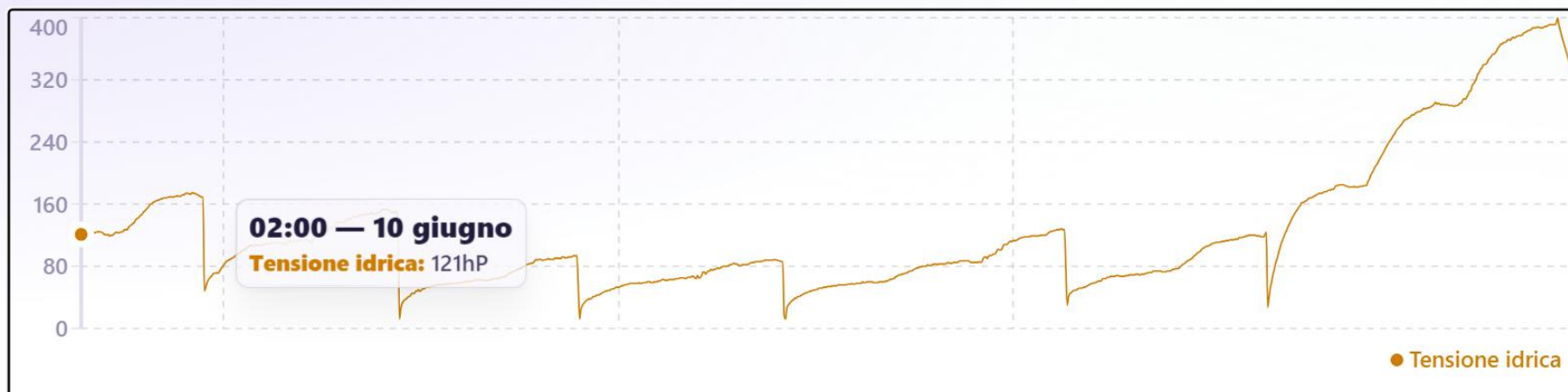
Applicazione corrente
Market Led - Marina di Ragusa

Tensione idrica media

125.3 hP

Min: **12 hP**

Max: **400 hP**



1



Ministero della Giustizia



Analisi:

la tensione media fino al giorno 20/giugno non ha mostrato significativi valori da stress idrico. Mentre da giorno 20 al 25 giugno mostra un picco in crescendo dello stress idrico. L'aumento delle temperature nei 6 giorni considerati hanno raggiunto il picco di 40°C il giorno 24/06. **Il giorno 25/6** alle ore 14.25, nella sezione 2 PAR, come si dimostra nella figura sopra, il tensiometro segna 400 hp, ho subito richiesto l'intervento idrico, dopo 3 ore circa il valore è sceso a hp 315, alle ore 20, 00 ha raggiunto i 270 hp.

Gli effetti sulla pianta: nella sezione 1 controllo le foglie sono di colorazione verde chiaro (probabilmente si afferisce ad una diminuzione di sintesi di clorofilla). - Mentre nella **“sezione 2 PAR”** le foglie sono molto più scure più “coriacee”. Difficile determinare quanto il colore riflesso del film, nella **sezione 2 PAR**, possa indurre l'occhio umano ad una valutazione corretta.

Effetti sulla produzione: nella sezione 1 “controllo” i grappoli fiorali sono ben allegati ben distesi in media 18-20 cm e presentano frutti allegati in numero medio di 10 per rachide. Sono presenti numero 5-6 grappoli fiorali per pianta.

Nella sezione 2 PAR i grappoli sono visibilmente più distesi con 2/o/3 frutti in più. I grappoli fiorali presenti in numero di 7/8 e più un grappolino apicale in fase di emissione di fiori, alcuni appena aperti. In questa sezione si nota un evidente anticipo di maturazione nei primi due grappoli fiorali. (evidente il vantaggio dell'applicazione dei film fotoluminescenti).

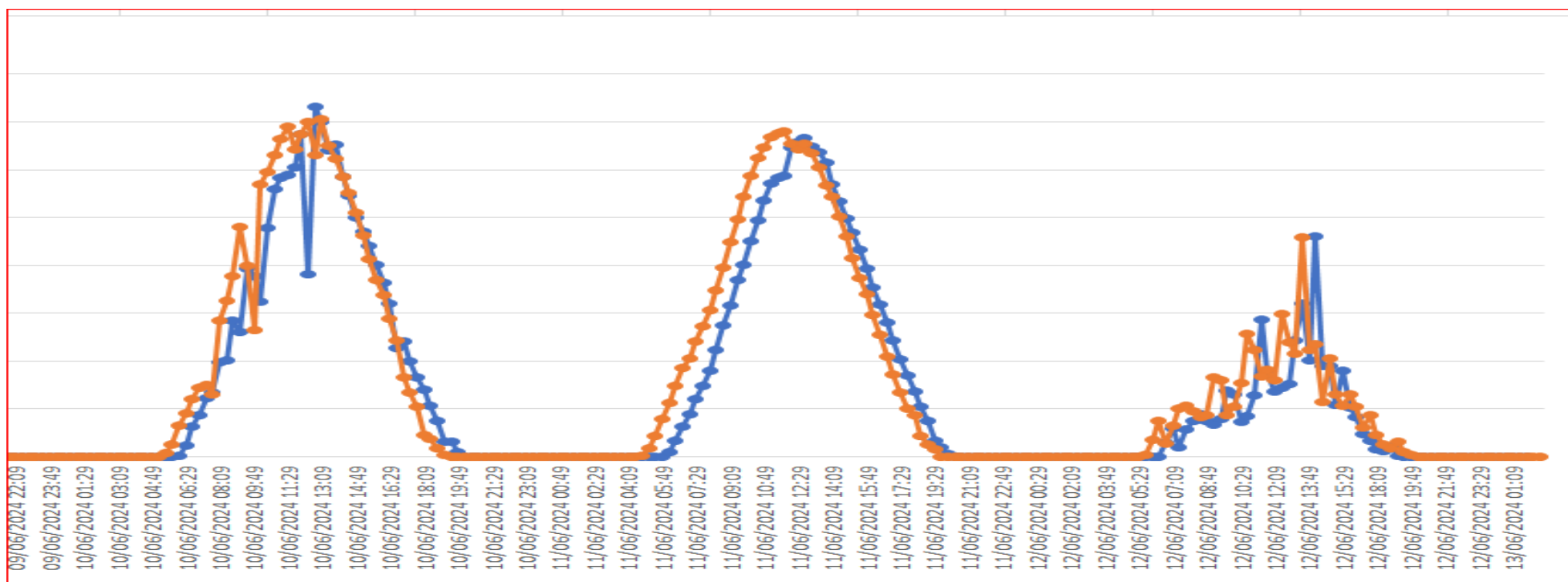
Generalmente le sei sezioni presentano un ottimo status produttivo (ho verificato tramite feedback degli operatori di Econatura ss). Gli interventi fertilizzanti di supporto sono quelli (più avanti descritti) utilizzati normalmente dall'azienda. Unica eccezione e che sull'intera superficie della serra, 480 metri, sono stati distribuiti al terreno kg 80 di Terra di Diatomee (Silicio organogeno). E che in tutte le fertirrigazioni sono stati distribuiti litri 3 per irrigazione di Crysil sc, cioè estratto liquido di terra di Diatomee.

Non sono presenti afidi, mosche bianche, Tute O., solo presenza di qualche esemplare di Nesiodiocoris T. Sono presenti nella sezione 2 n° 3 piante con stelo ricoperto da acaro rugginoso.

“sezione 2 pyranometro 2” e “sezione 6 pyranometro 2”: (lettura dal 09/06/2024 al 13/06/2024)



Ministero della Giustizia



Verifica lettura il giorno 26/06/2024:

Sezione 1 PAR (posizionato al centro della sezione area 80 m²)



Ministero della Giustizia



A sinistra Q inizio del giorno 10 giugno, ultimo a destra giorno 25/6 ore 20.12. il dato 5,5 micromoli/m²s è stato letto il 25/6 alle ore 20,12.

La maxima è di 910 micromoli/m²s. i picchi intermedi con valori più bassi indicano giornate nuvolose di copertura media e irregolare (nuvole sparse). Il picco PAR si raggiunge intorno a mezzogiorno.



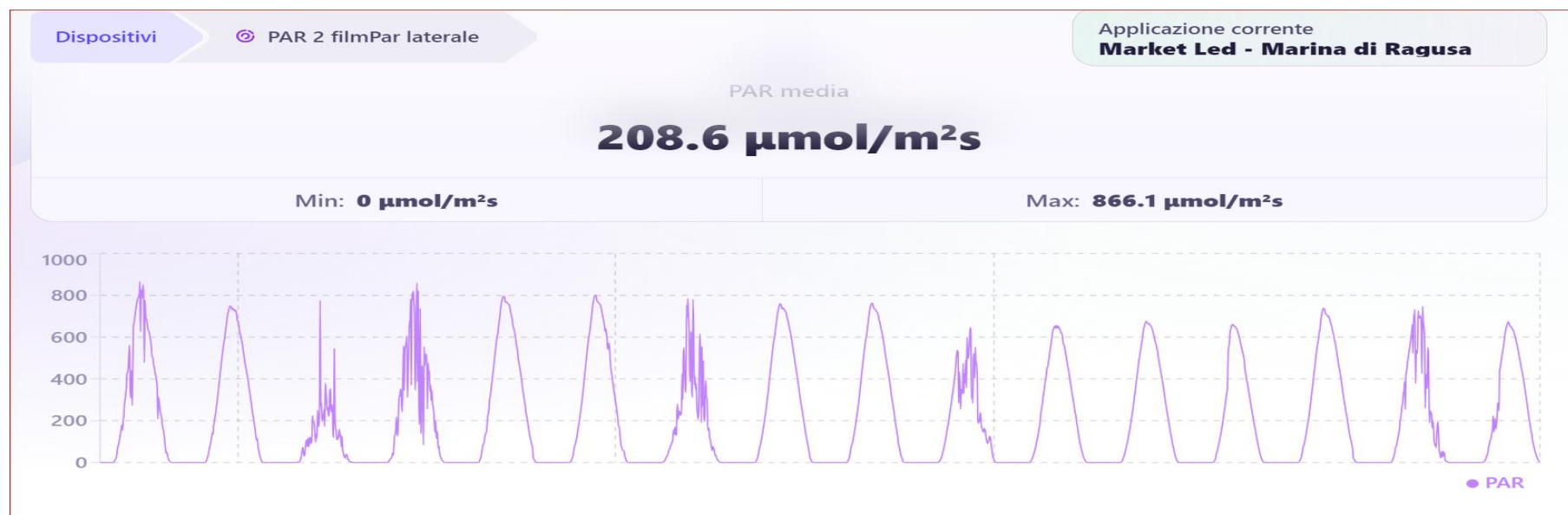
Ministero della Giustizia



Come già descritto il vantaggio produttivo è molto evidente.

Sezione 2

film PAR laterale: è stato collocato lo strumento a 40 cm dal film laterale. SI vuole verificare lo stress e/o variazioni sia del dato PAR che gli effetti sulla pianta.



i valori riscontrati dimostrano una leggera diminuzione del PAR "laterale" ciò dovuto alla fase calante del sole pomeridiano. Il confronto ora/posizione dipende dall'arco solare. Non si notano differenze significative sulle piante e sui frutti.



Ministero della Giustizia



La luce

Il luxometro indica l'illuminazione all'interno della serra, qui si evidenziano i due strumenti inseriti rispettivamente:

sezione PAR 1





Ministero della Giustizia



A confronto con sezione 6 Lux 3



I lux sotto il film par in media si aggirano a 12.100 lux mentre sotto i film luminescenti si alzano leggermente da 200 a 300 lux



Ministero della Giustizia



Letture valori numerici di: piranometro 1:

				10/06/2024
2637	1148	marketled-pard-1		09:13
				10/06/2024
4294	1148	marketled-pard-1		09:23
				10/06/2024
4349	1148	marketled-pard-1		09:32
				10/06/2024
4962	1148	marketled-pard-1		09:42
				10/06/2024
5447	1148	marketled-pard-1		09:53
				10/06/2024
3342	1148	marketled-pard-1		10:03
				10/06/2024
3131	1148	marketled-pard-1		10:12
				10/06/2024
3754	1148	marketled-pard-1		10:22
				10/06/2024
2985	1148	marketled-pard-1		10:33
				10/06/2024
6409	1148	marketled-pard-1		10:43
				10/06/2024
6519	1148	marketled-pard-1		10:52



Ministero della Giustizia



				10/06/2024
6647	1148	marketled-pard-1		11:03
				10/06/2024
6793	1148	marketled-pard-1		11:13
				10/06/2024
694	1148	marketled-pard-1		11:23
				10/06/2024
7169	1148	marketled-pard-1		11:32
				10/06/2024
7315	1148	marketled-pard-1		11:42
				10/06/2024
7416	1148	marketled-pard-1		11:52
				10/06/2024
7864	1148	marketled-pard-1		12:03
				10/06/2024
791	1148	marketled-pard-1		12:12
				10/06/2024
8331	1148	marketled-pard-1		12:22
				10/06/2024
6976	1148	marketled-pard-1		12:33
				10/06/2024
7077	1148	marketled-pard-1		12:43
				10/06/2024
8359	1148	marketled-pard-1		12:52
				10/06/2024
8368	1148	marketled-pard-1		13:02



Ministero della Giustizia



856	1148	marketled-pard-1	10/06/2024 13:12
8762	1148	marketled-pard-1	10/06/2024 13:22
564	1148	marketled-pard-1	10/06/2024 13:32
910	1148	marketled-pard-1	10/06/2024 13:42
770	1148	marketled-pard-1	10/06/2024 13:52
7443	1148	marketled-pard-1	10/06/2024 14:02
7187	1148	marketled-pard-1	10/06/2024 14:12
6812	1148	marketled-pard-1	10/06/2024 14:32
6601	1148	marketled-pard-1	10/06/2024 14:42
6436	1148	marketled-pard-1	10/06/2024 14:53
6253	1148	marketled-pard-1	10/06/2024 15:02
6161	1148	marketled-pard-1	10/06/2024 15:12
585	1148	marketled-pard-1	10/06/2024 15:33



Ministero della Giustizia



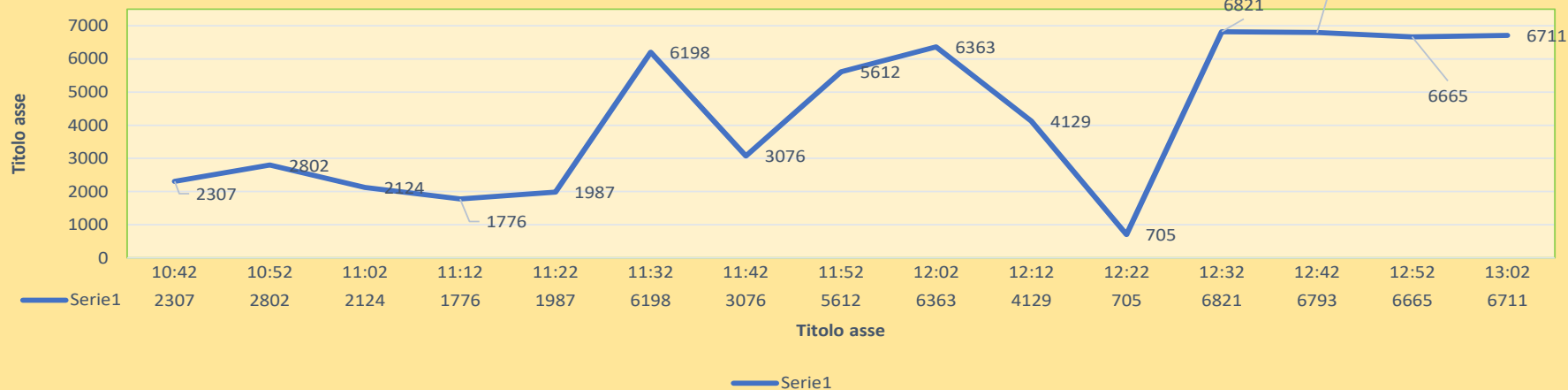
				10/06/2024
5676	1148	marketled-pard-1		15:43
5347	1148	marketled-pard-1		15:52
5154	1148	marketled-pard-1		16:02
4962	1148	marketled-pard-1		16:13
4367	1148	marketled-pard-1		16:22



Ministero della Giustizia

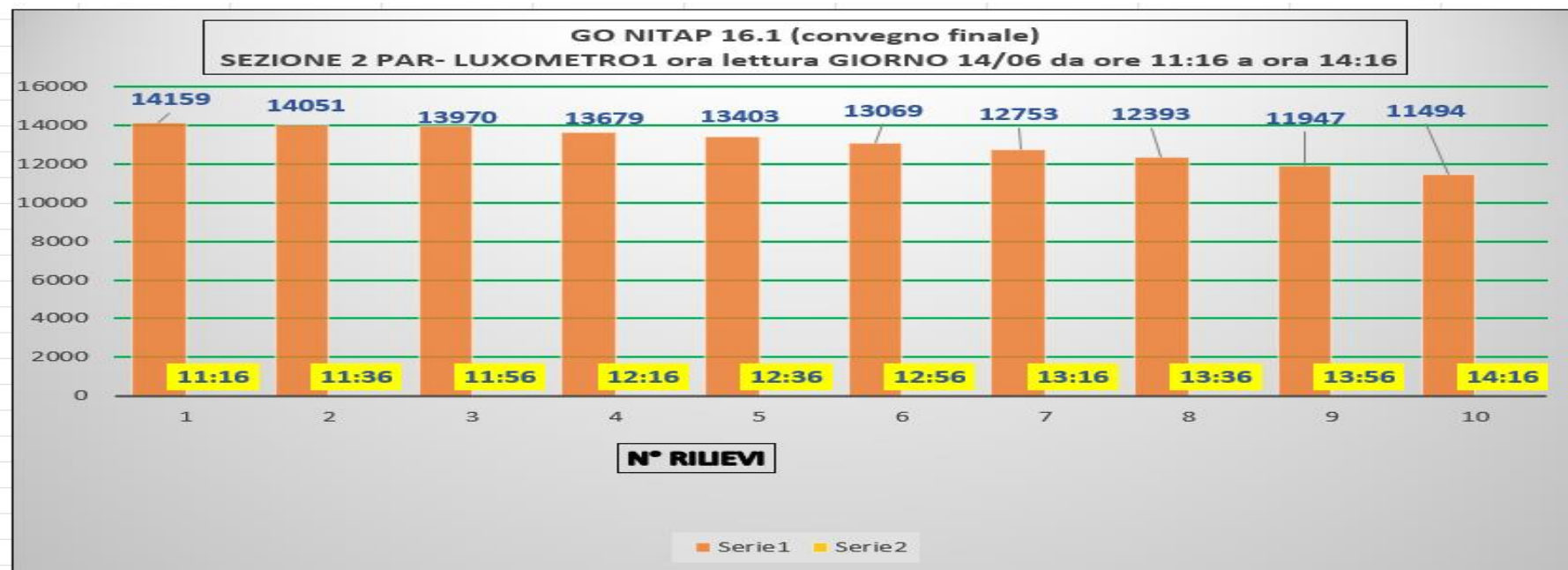


"SEZIONE 2 PAR1" DEL 02/07/2024 DA ORE 11.32 A ORE 13:12





Ministero della Giustizia





Ministero della Giustizia



MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE ALIMENTARI E FORESTALI



REPUBBLICA ITALIANA

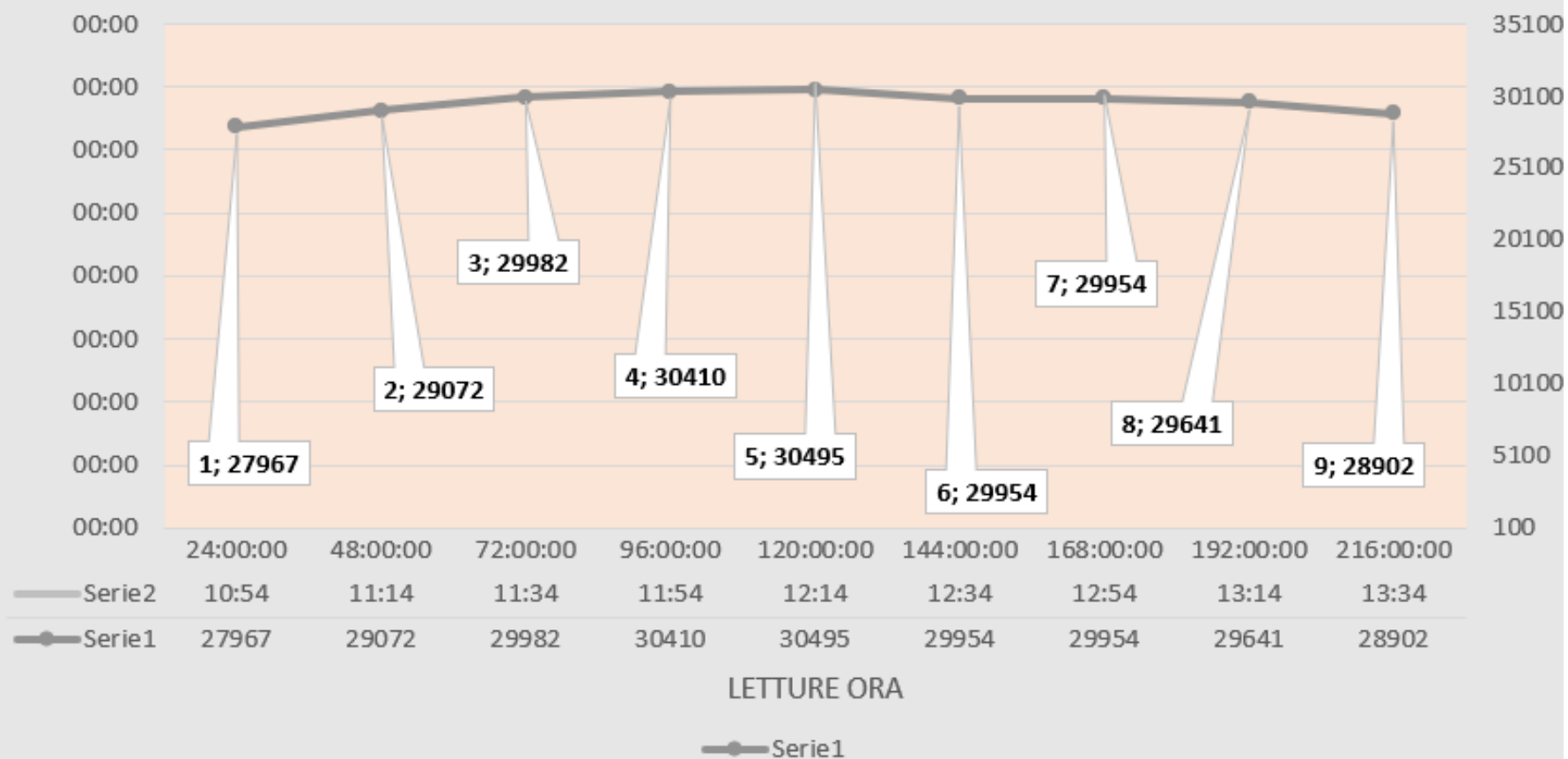


MINISTERO DELL'AGRICOLTURA, DELLE POLITICHE ALIMENTARI E DELLA PESCAicoltura



GO NITAP 16.1 (convegno finale)

SEZIONE 2 PAR- LUXOMETRO1 ora lettura GIORNO 14/07 da ore 10:54 a ora 13:44





Ministero della Giustizia



MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE ALIMENTARI E FORESTALI



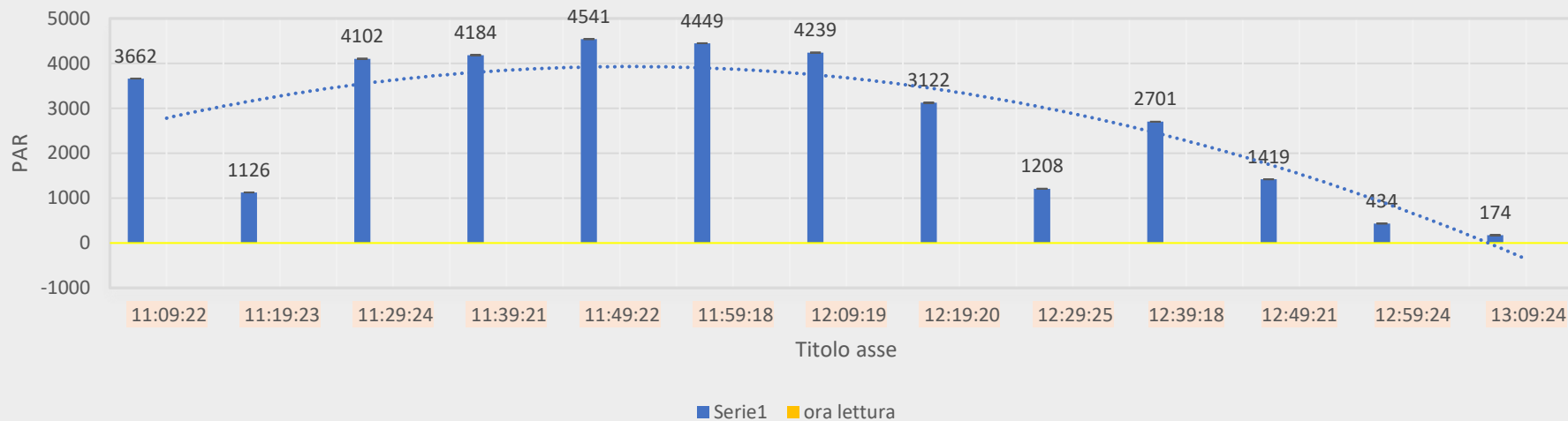
REPUBBLICA ITALIANA



MINISTERO DELL'AGRICOLTURA
ASSESSORATO REGIONALE DELLA SICILIA
CIRCOLO DI LIPOLAZZO
E DELLA REGIONE VENTIMIGLIA



Convegno finale Progetto NITAP - lettura "PAR sezione 2 PAR 1" **Giorno 10/12/2024**





Ministero della Giustizia



MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE ALIMENTARI E FORESTALI



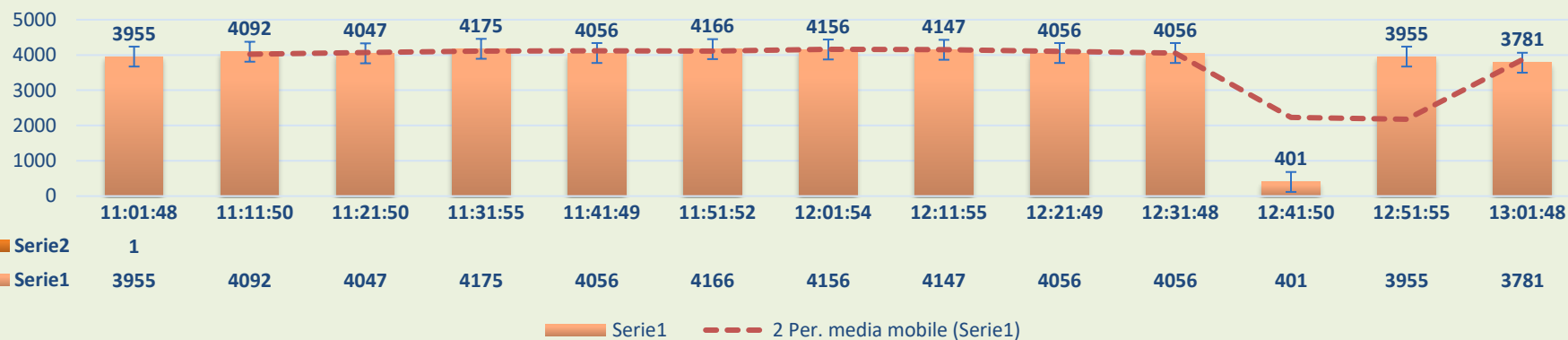
REPUBBLICA ITALIANA



MINISTERO DELL'AGRICOLTURA, DELLE POLITICHE ALIMENTARI E DELLA PESCAicoltura



Convegno finale progetto NITAP "sezione 2 PAR 1" lettura del 10/08/2024 ora 11:01:48 a ora 13:01:48





Ministero della Giustizia



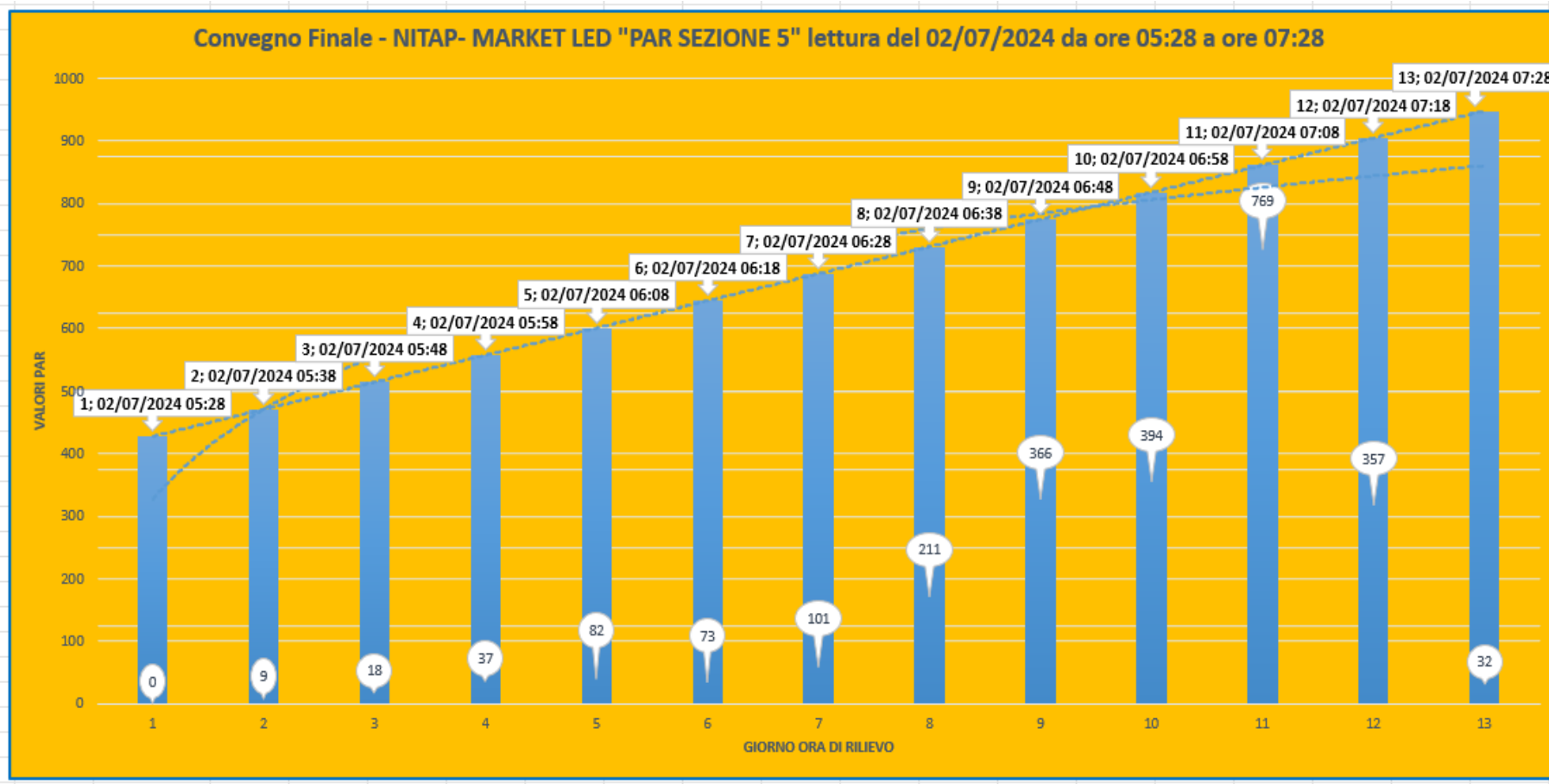
MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE ALIMENTARI E FORESTALI



REPUBBLICA ITALIANA



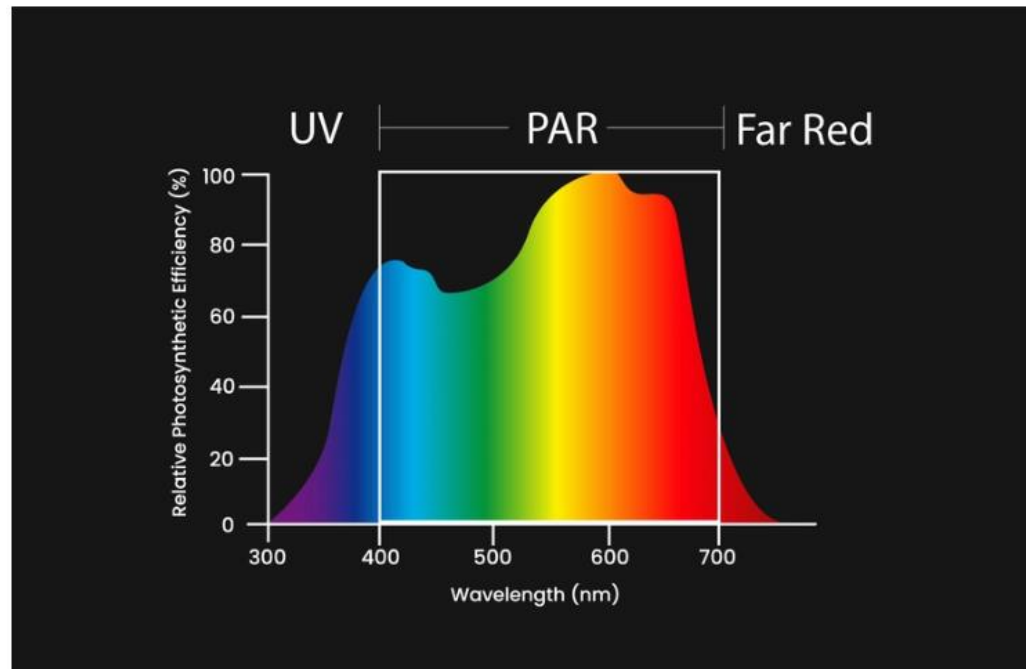
MINISTERO DELL'AGRICOLTURA, DELL'ALIMENTAZIONE E DELLA FORESTALITÀ



PSR Sicilia 2014/2024 misura 16/16.1 Progetto NITAP- convegno finale 17/07/2025.

Considerato il fattore di conversione 0.017 avremo un PAR di circa: $30495 \cdot 0.017 = 518 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$

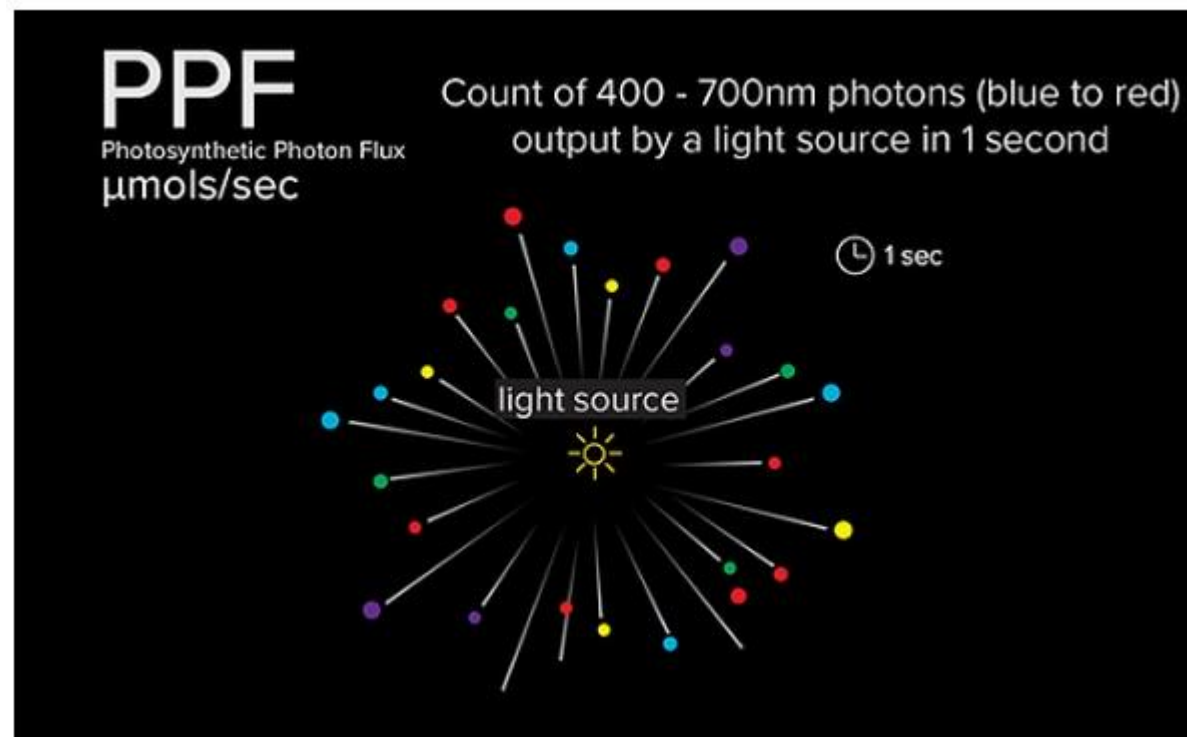
In termini di radiazione solare W/m^2 , o di densità di flusso fotonico fotosintetico (PPFD), quindi avremo:



Che cosa il PPF



Ministero della Giustizia



In che modo il PPF influisce sulla crescita e sullo sviluppo delle piante

PPF rappresenta il numero totale di fotoni emessi da una sorgente luminosa utilizzata nella fotosintesi dalle piante. È fondamentale per la crescita e lo sviluppo delle piante.



Le piante utilizzano PAR per la fotosintesi, convertendo l'energia luminosa in energia biochimica. Un PPF più elevato è fondamentale per incoraggiare la crescita delle piante, la fioritura e lo sviluppo dei frutti, in particolare negli ambienti interni dove l'energia luminosa è limitata.

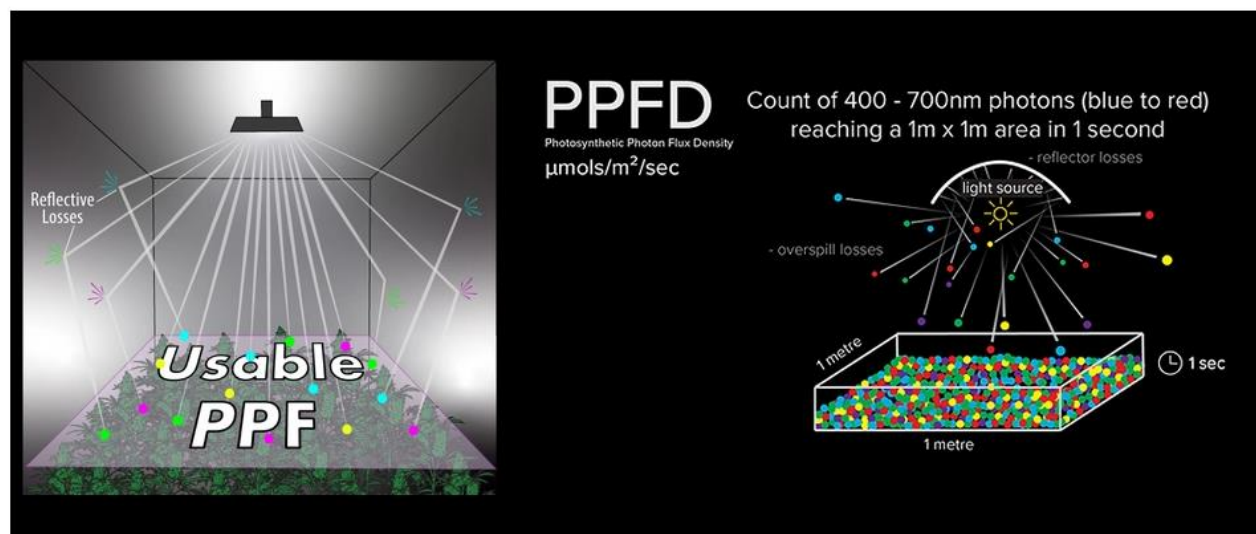
Comprendere la PPFD (densità del flusso di fotoni fotosintetici)

[Cosa significa PPFD per le luci progressive?](#)

L'uscita PAR delle luci di coltivazione a LED riveste un'importanza significativa e ora potresti comprenderne meglio il valore. Sai quanta luce raggiunge le tue piante tramite l'uscita PAR delle luci di coltivazione a LED?

PPFD misura la quantità di PAR che raggiunge una data area, indicando l'intensità della luce che colpisce ogni parte della chioma. Questa è una questione cruciale per i coltivatori perché spiega come la luce influisce sulle piante.

La sua unità è $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, che rappresenta la PPF entro un metro quadrato, ovvero il numero di fotoni PAR che atterrano sulla superficie della coltura al secondo.



PPFD e il rapporto con la distribuzione della luce nello spazio in crescita

Le variazioni della distanza influiscono sull'intensità della luce PAR misurata dalla sorgente luminosa alla superficie della pianta a causa della legge dell'inverso del quadrato. In termini più semplici, l'intensità diminuisce rapidamente all'aumentare della distanza tra la sorgente luminosa e la superficie della pianta.

Vorrei chiarirlo con un esempio. Supponiamo di misurare l'intensità della luce PAR quando il dispositivo di misurazione è tenuto a una distanza di un pollice dalla sorgente luminosa e di ottenere una lettura. Ora, se esegui un'altra lettura spostando il dispositivo di misurazione a un piede di distanza dalla sorgente luminosa, noterai che il numero che ottieni è significativamente inferiore a quello precedente.

Ciò accade perché l'intensità della luce diminuisce all'aumentare della distanza tra la sorgente luminosa e il dispositivo di misurazione.



Conoscere semplicemente l'emissione luminosa PAR di una lampada da coltivazione è inadeguato. È essenziale comprendere la quantità di luce PAR che raggiunge l'effettiva area di crescita della pianta.

In generale, ogni pianta ha requisiti PPFD specifici per ottenere rese ottimali. Ad esempio, nella coltivazione convenzionale della cannabis, la PPFD durante la fase di semina è di circa 100-300 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, durante la fase vegetativa è di 400-600 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ e durante la fioritura è di 800-1.000 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$.

È importante notare che misurare la PPFD due piedi sopra la tettoia in una tenda sarà molto diverso dalla misurazione in un magazzino con un soffitto di 20 piedi.

Abbina il PPFD e l'ingombro delle luci di coltivazione a LED alla tua tettoia specifica, poiché la maggior parte degli apparecchi è progettata per altezze sospese e aree di copertura. È fondamentale acquistare la luce giusta per il tuo spazio poiché troppa o troppo poca luce può essere dannosa.

Allegati:



misurazioni

EC_W_Tdel 01_giugnoEc_W_Tdel 01_06_2024



misurazioni



Progetto NITAP rilievi



PAR econatura del



PAR 1 Giugno 2024

da ore 7 a ore 10.doc

Il Partner di progetto "OFFICINA 21 di Rimmaudo Giuseppe & C." affinché relazioni e metta in correlazione i dati di T° - EC- contenuto idrico e ph. (anche con qualche grafico) e lo sviluppo di DSS