



Davide Neri



Samuele Crescenzi

EFFETTI MULTIFUNZIONALI DELLE COPERTURE ANTIGRANDINE

L'uso di reti antigrandine in plastica sta ampliandosi verso molteplici funzioni di protezione contro eccessi termici, pioggia, insetti, ma anche vento e uccelli e per il controllo fisiologico della fotosintesi e della crescita.

Cosa sono le reti multifunzionali

Le reti per la protezione delle colture frutticole sono generalmente realizzate in polietilene ad alta densità (HDPE) stabilizzato; sono di larghezza variabile da 1,00 m fino a 6,00 m, mentre la lunghezza può superare i 500 m. Le reti a seconda della funzione hanno maglia e tessitura diversa (Tab.1).

Si possono avere reti antinsetto più fitte di quelle con la sola funzione antigrandine, e reti "antiacqua" ancora più fitte con tessitura piana+raso per impedire la bagnatura delle foglie e dei frutti in caso di pioggia. Per il ciliegio ad alta densità si possono abbinare i due tipi di rete, antiacqua sopra il filare e antinsetto laterale. In questo ultimo caso si arriva ad un ombreggiamento del 40% circa, che ancora consente una buona fotosintesi e scambi gassosi se i restanti fattori ambientali sono ottimali. È comunque consigliabile limitare il tempo di copertura a 30-60 giorni, solo durante la maturazione dei frutti, per

Tabella 1. Esempi di reti di diversa maglia e tessitura con filo di polietilene ad alta densità (HDPE) di diverso spessore e colore per impedire il danno da grandine, consentire un certo ombreggiamento e modificare lo spettro solare. La maglia e la tessitura possono essere così dense da impermeabilizzare il tessuto ed evitare la bagnatura dei frutti (anticracking) e delle foglie oppure rimanere sufficientemente aperte e impedire l'ingresso di insetti di piccole dimensioni (monotex 50) ma consentire elevati scambi gassosi.

<i>Caratteristiche Reti Antigrandine</i>	<i>Tradizionali (Nera/Neutra)</i>	<i>Reti foto-selettive IRIDIUM®</i>	<i>Reti Anticracking</i>	<i>Monotex 50</i>
<i>Polimero</i>	HDPE	HDPE	HDPE	HDPE
<i>Tessitura</i>	giro inglese	giro inglese	piana + raso	piana
<i>Peso (g/m²)</i>	±48	±60	>200	±95
<i>Maglia (mm)</i>	3 * 7	2,4 * 4,8	-	0,97 * 1,54
<i>Diametro filo (mm)</i>	0,31	0,31	0,23 monofilo	0,28
<i>Colore</i>	Nero (carbon black)	Blu-Rosso-Giallo-Perla-Fluo (Pigmento stabilizzato)	Neutro	Neutro

evitare di favorire patogeni e parassiti stimolati dall'ombra.

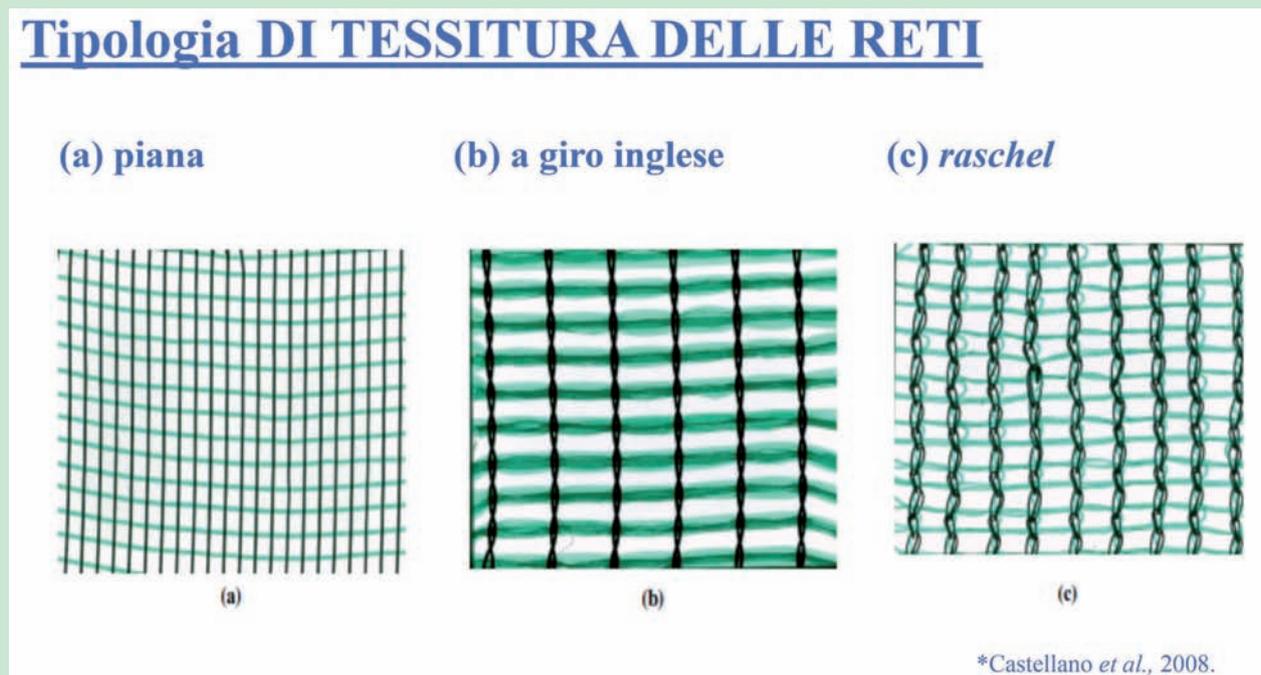
Di seguito sono riportati in grafico diversi tipi di tessitura (Fig. 1). Il giro inglese consente di avere trama e ordito con fili diversi ad esempio fili neri e fotoselettivi in modo da permettere un diverso grado di ombreggiamento, ottima resistenza meccanica e al tempo stesso la fotoselettività. Va ricordato che la parte laterale delle reti è rinforzata e prende il nome di cimosa per consentire l'applicazione delle placchette che fissano la rete ai fili portanti.

La radiazione UV è il principale fattore di degrado delle proprietà meccaniche dei materiali plastici ed è proporzionale all'insolazione. Si misura comunemente in Langley (Ly) quando ci si riferisce alla durata della plastica. La radiazione solare incidente in Italia ha un valore medio annuo che varia da 120 a 170 kLy a seconda della latitudine, altitudine ed esposizione. La durata della resistenza di

una rete alla radiazione solare (e soprattutto agli UV) è espressa in kLy necessari a ridurre del 50% il valore originario della resistenza alla trazione. Una rete con un valore di 900 kLy, ad esempio, subisce una riduzione del 50% della sua resistenza in circa 6 anni. Insolazioni minori aumentano la durata.

Il colore del filo modifica il rapporto fra i fotoni dello spettro solare a favore di specifiche lunghezze d'onda. Il progetto REti Multifunzionali per l'Agricoltura di pREcisione - REMARE (Agrintech, Eboli) ha evidenziato l'impatto delle reti fotoselettive sulla qualità della luce trasmessa e dei suoi effetti sulla fisiologia delle piante, rimarcando che la tecnologia delle reti fotoselettive, ovvero delle reti colorate, può aiutare le piante a crescere meglio, in particolare riducendo gli eccessi luminosi delle lunghezze d'onda meno efficienti per il processo fotosintetico. Si ricorda che la clorofilla assorbe principalmente i fotoni blu e

Figura 1. Le diverse tipologie di tessitura consentono di ottenere funzioni diverse a seconda della maglia e del tipo di filo che può essere anche con caratteristiche diverse nella trama e nell'ordito, fornendo la possibilità di creare reti su misura per le diverse necessità aziendali. In questo caso "fatto su misura" trova una reale giustificazione in quanto utilizzando fili neri e fili fotoselettivi si possono avere diversi livelli di ombreggiamento e al tempo stesso uno spettro luminoso modificato in modo proporzionale alla quantità di fili fotoselettivi inseriti nel tessuto.



rossi e che l'efficienza fotosintetica rispetto alla luce incidente totale è molto bassa (1-3% dell'energia luminosa viene utilizzata dalla fotosintesi, il resto viene dissipato come calore e reazioni chimiche accessorie).

Le reti fotoselettive consentono una elevata fotosintesi grazie al migliore spettro luminoso, pur avendo un fattore di ombreggiamento complessivo fra 15 e 20% a seconda del colore.

Nelle figure 2, 3 e 4 sono riportate la metodologia utilizzata dall'Università Politecnica delle Marche nel laboratorio di arboricoltura per lo studio dell'impatto delle reti fotoselettive sulla riduzione di irradianza alle diverse lunghezze d'onda e sull'ombreggiamento complessivo a confronto con la rete nera. Questa presenta un ombreggiamento elevato, a tutte le lunghezze d'onda, a parità di

tessitura e spessore del filo.

La rete rossa riduce di meno l'irradianza a 680 nm (per cui risulta di colore rosso) rispetto a una rete blu che viceversa riduce di meno l'irradianza a 440 nm (per cui risulta blu).

In ogni caso le reti fotoselettive non aumentano singole lunghezze d'onda ma semplicemente ombreggiano in modo selettivo.

La componente dello spettro che passa di più dà il colore alla rete e fornisce le caratteristiche specifiche assieme all'assorbimento degli ultravioletti (Fig. 5) e degli infrarossi (Fig. 6). Si deve sottolineare che l'assorbimento degli ultravioletti ha risvolti positivi sulla salute degli operatori. Sotto rete saranno infatti meno disponibili UV (a, b), fotoni che hanno una energia elevata, ma non servono per la fotosintesi, e possono causare un incremento del rischio di tumori della pelle.

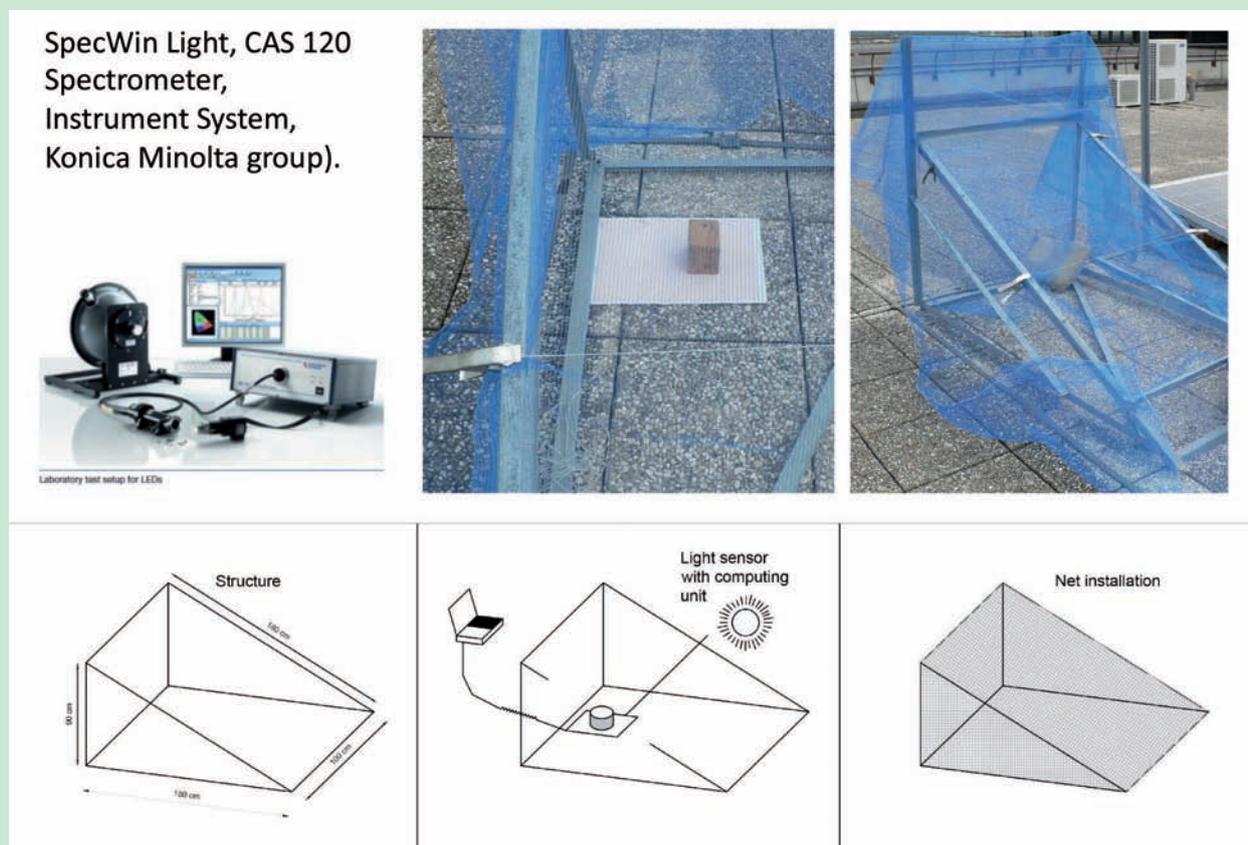


Figura 2. Strumentazione per la misura dello spettro luminoso sotto rete con simulazione di diverse inclinazioni ed esposizioni rispetto alla luce solare (irradianza).

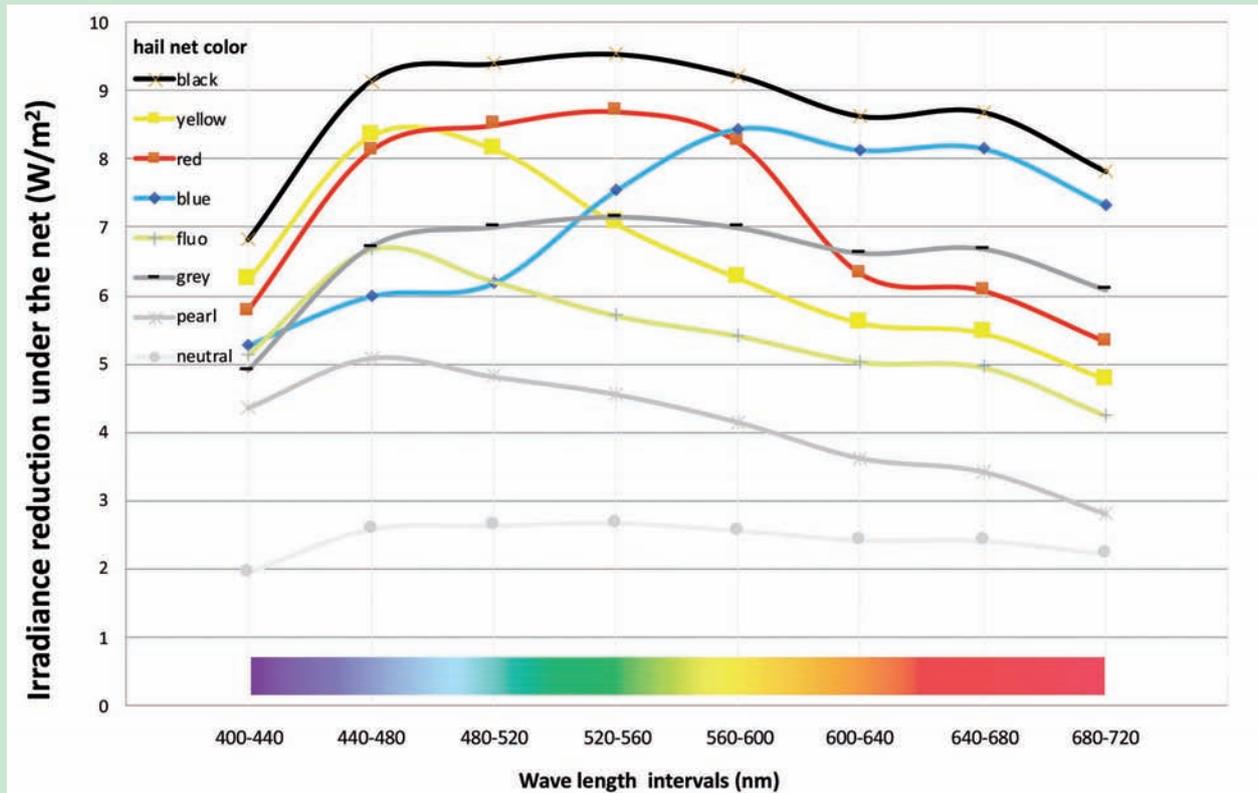


Figura 3. Riduzione dell'irradianza nelle diverse lunghezze d'onda sotto reti fotoselettive di diverso colore (Neri et al. 2021), dalla neutra che riduce pochissimo l'irradianza a tutte le lunghezze d'onda e si presenta trasparente, alla nera che abbassa al massimo l'irradianza in tutto lo spettro.

D'altra parte, l'assorbimento degli infrarossi ha ripercussioni sull'effetto serra che le reti possono originare. La rete nera si riscalda di più ma lascia passare meno infrarossi fino al suolo limitandone il riscaldamento con effetti positivi nelle ore più calde delle giornate estive. Ovviamente questo può essere un problema in primavera perché ritarda il riscaldamento dei suoli freddi e in autunno per i frutti a maturazione tardiva che necessitano di elevate escursioni termiche per raggiungere livelli qualitativi elevati durante la maturazione.

In prove effettuate con reti fotoselettive su melograno in Basilicata, le differenze di temperatura dell'aria rispetto a zone del frutteto non coperte sono state minime (Fig. 7), mentre a livello del suolo sono state misurate differenze di diversi gradi in meno rispetto alla parte di frutteto non coperto (Fig. 8).

Non va infine dimenticata la riduzione del vento in impianti monoblocco protetti con reti antigrandine e circondati di protezioni antivento, o monofilare con protezione laterale antinsetto. In una prova recente su kiwi in Portogallo la riduzione del vento sotto rete antigrandine è stata stimata attorno al 65% (Moura et al 2022). Questo aspetto è importante per il contenimento dell'evapotraspirazione dell'impianto e per ridurre i danni da strofinamento dei frutti e delle foglie.

Si può affermare che ciascuna rete colorata cambi il microclima di coltivazione con specifici spettri e percentuali di ombreggiamento, utili per controllare la fotoinibizione e la fotossidazione di giornate calde e luminose, proteggere i frutti dalle scottature e limitare la temperatura del suolo (con minore stress per l'apparato radicale).

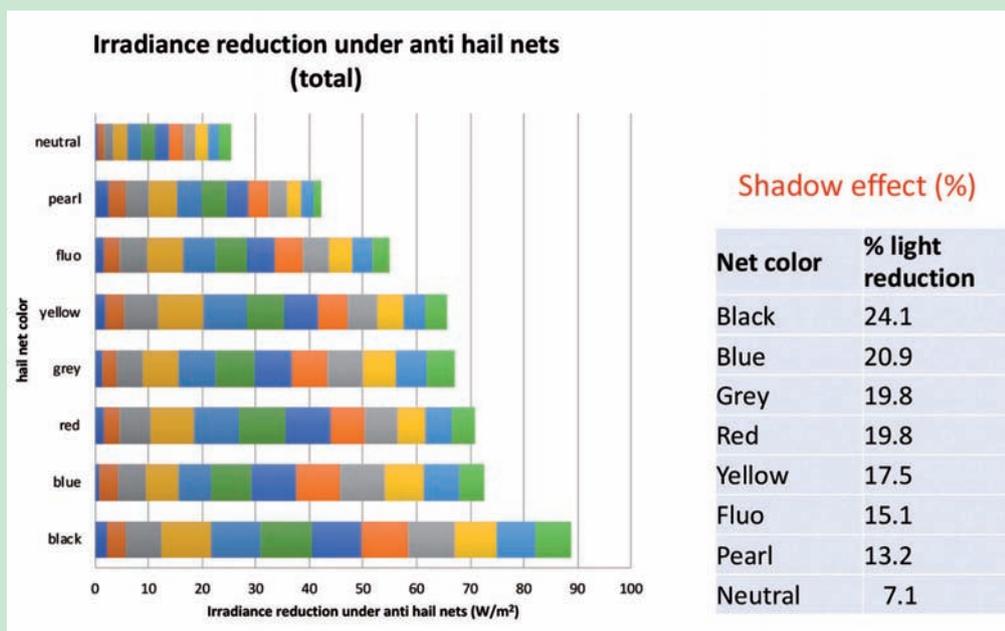


Figura 4. Riduzione dell'irradianza sotto reti fotoselettive ripartita in 12 frazioni da 400 a 700 nm ed effetto ombreggiante (shadow effect) complessivo.

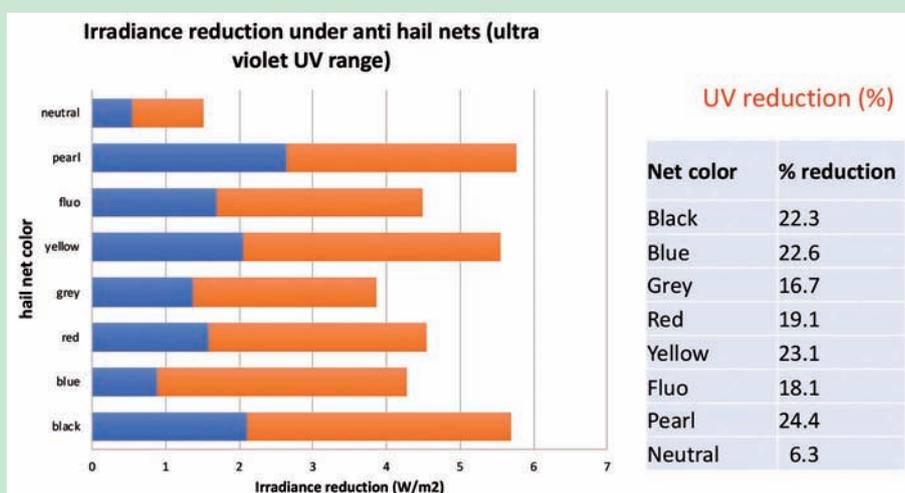


Figura 5. Riduzione dell'irradianza sotto reti fotoselettive a lunghezze d'onda inferiori a 400 nm (UVa e UVb) ed effetto ombreggiante complessivo nell'UV. Si può notare che tutte le reti fotoselettive hanno valori di riduzione degli UV simili a quello delle reti nere, mentre la rete neutra presenta una sostanziale trasparenza agli UV.

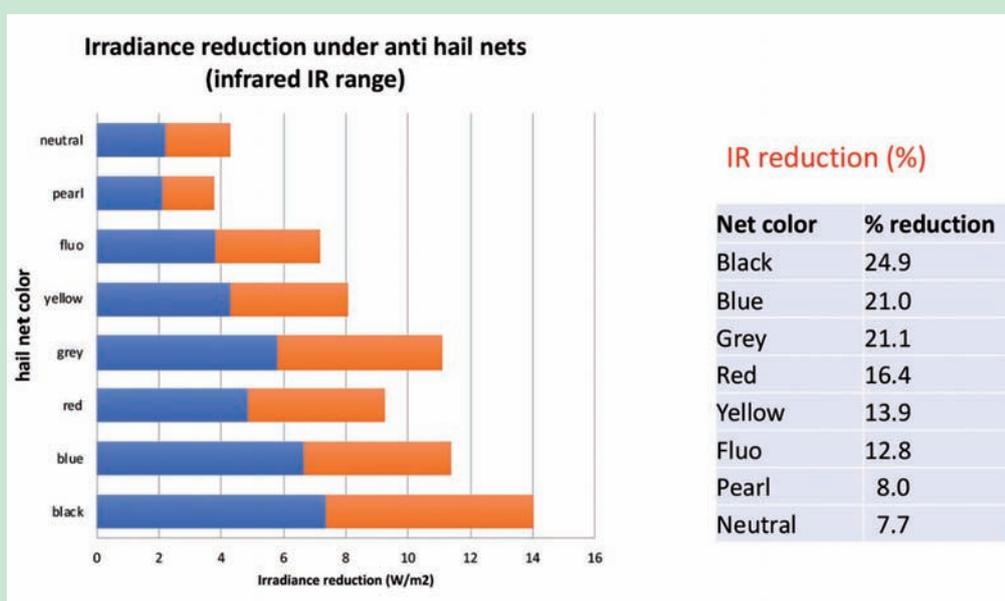


Figura 6. Riduzione dell'irradianza nella frazione infrarossa (con lunghezza d'onda superiore a 700nm, vicino e lontano) sotto reti fotoselettive ed effetto di riduzione complessivo. Per questo parametro le reti fotoselettive chiare si avvicinano alla rete neutra, mentre il blu e il grigio si avvicinano al nero.

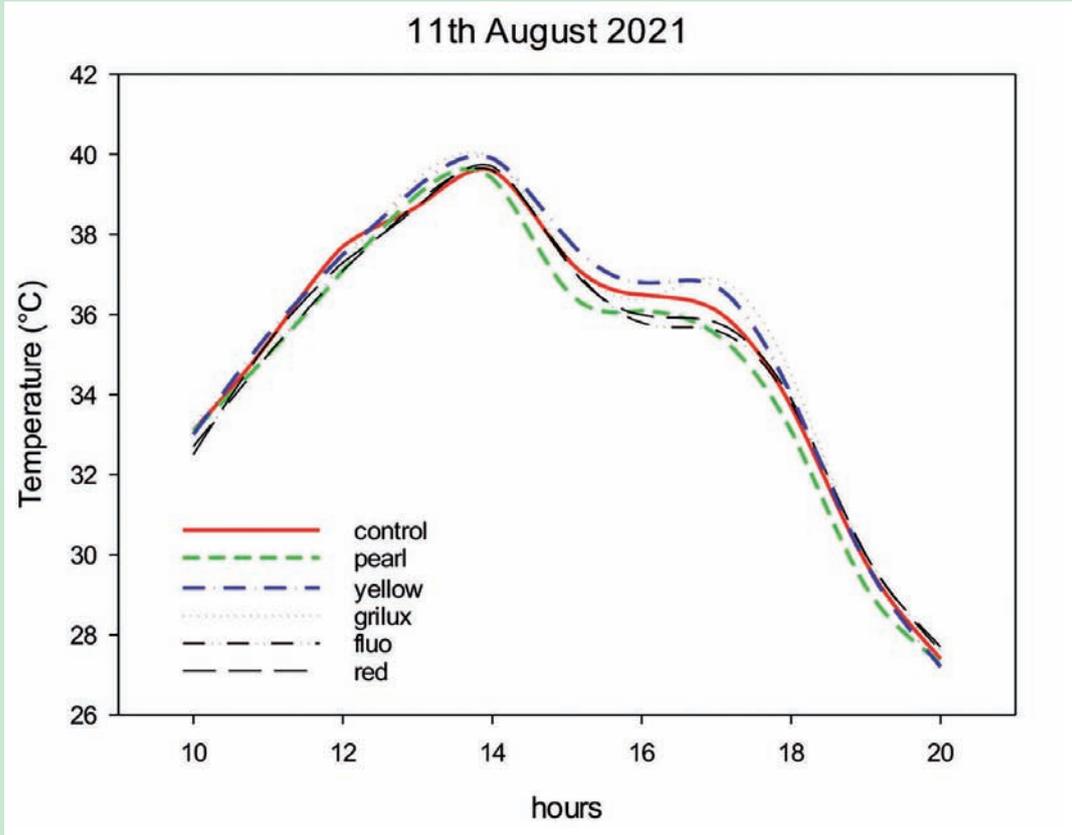


Figura 7. Andamento orario delle temperature dell'aria sotto reti fotoselettive in una giornata estiva (Crescenzi et al 2022)

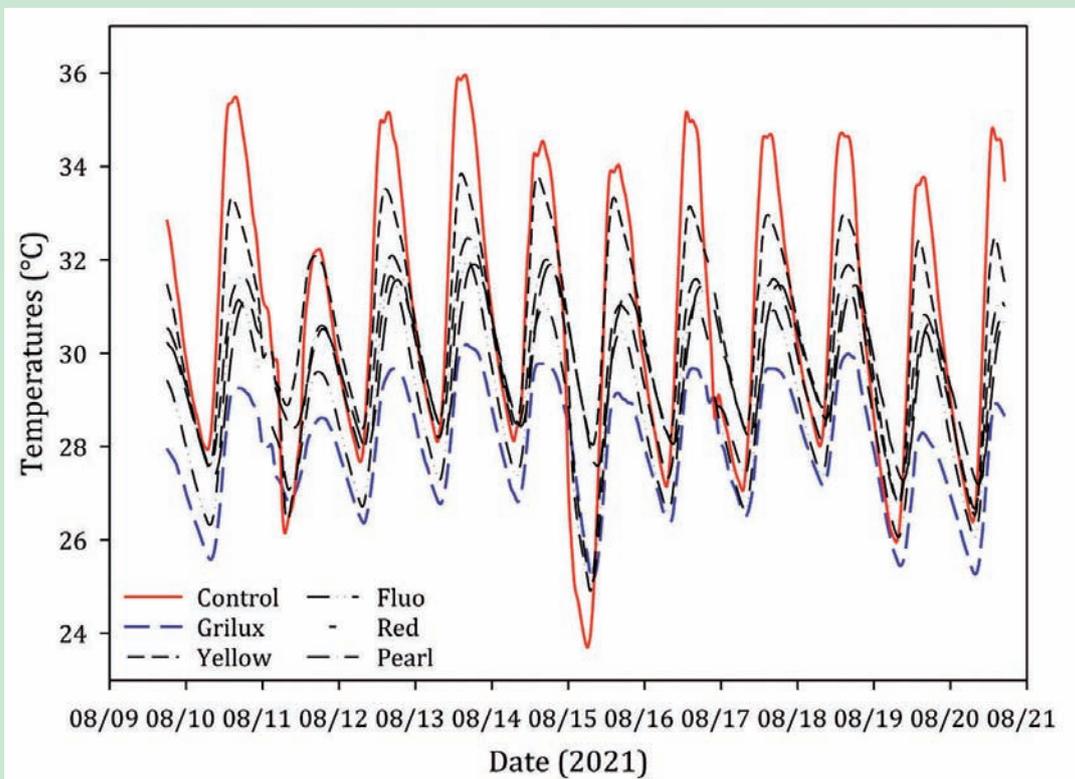


Figura 8. La temperatura del suolo sotto rete è mitigata (Crescenzi et al 2022)

Come si usano le reti multifunzionali

Si parla di “multifunzionalità” perché i vantaggi delle protezioni con reti antigrandine a maglia commerciale (2,4 x 4,8 mm) si estendono anche sulla difesa attiva contro alcuni insetti dannosi (come *Cydia* e cimice asiatica). Con reti antinsetto a maglia più fina (vicino al 1 mm) si possono proteggere colture anche contro la *Drosophila*, la mosca della frutta e dell’olivo.

Le reti fotoselettive sono state applicate con successo su molte colture frutticole in diversi ambienti. In Italia, dal 2009 ad oggi, sono state vendute reti fotoselettive IRIDIUM®, uno dei principali marchi in Europa, per più di 18.000.000 m², di cui circa 3.000.000 m² in Emilia Romagna (fonte: Agritech srl, <https://www.agritech.it/>). Le specie protette sono state principalmente actinidia (51%), drupacee (27%), vite (9%), agrumi (5%) e melo (2%).

Le reti fotoselettive sono principalmente di colore giallo, ma si usa anche perla e in minor misura rosso, fluo, blu, oltre ai tessuti misti nero, giallo e nero, perla. Esse stimolano la crescita vegetativa e produttiva a seconda delle condizioni ambientali e colturali e della quantità e qualità di fotoni che ogni colore lascia passare. Le reti presentano spazi vuoti all’interno delle maglie e quindi una parte della luce passa inalterata senza toccare i fili, mentre i fili sono di colore diverso a seconda

dello spettro di trasmissione. Quindi la prima cosa da sapere è quanta ombra fa la rete. In genere queste reti creano un ombreggiamento del 15-20%, valori inferiori per le reti chiare e più alti per le scure.

Questi livelli di ombreggiamento consentono una ottima fotosintesi e rendono meno pericoloso il danno da fotoinibizione e foto-ossidazione, particolarmente grave con temperature molto elevate.

Generalizzando, le esperienze accumulate in una decina di anni: la rete gialla stimola la crescita e la fotosintesi, la rete rossa la fotosintesi e la maturazione, la rete fluo la fotosintesi, la crescita e la qualità dei frutti, la rete blu compatta la crescita. La rete perla è una rete chiara addizionata di cristalli che determinano una maggiore diffusione della luce. Questo favorisce la fotosintesi nella parte bassa e interna della chioma ed è molto favorevole in località in cui la luce è scarsa.

L’ombreggiamento utile per ridurre i danni da eccesso luminoso, pericoloso per la fotosintesi, ma forse ancora più utile contro le scottature dei frutti e delle foglie anche in funzione della riduzione della velocità del vento. Si possono poi combinare diversi tipi di rete e avere contemporaneamente più funzioni. Per questo occorre considerare anche la tipologia di impianto (Fig. 9 e 10) che consente di affrontare al meglio le diverse condizioni ambientali. Ad esempio, il tipo di vento o l’intensità di grandine di una de-



Figura 9. Diverse tipologie di impianto con reti fotoselettive.

	
<p>Con elastici gli elastici riescono a fornire una maggiore capacità di smorzamento di eventuali carichi da vento e da grandine; l'impianto può essere effettuato sia con reti in piano che con reti inclinate.</p>	<p>Demi-filet indicato per zone in cui bisogna limitare i punti di attrito dovuti a sollecitazioni da agenti atmosferici; la copertura sul singolo filare è composta da due reti collegate al cavo di colmo e a quello dell'interfilare da apposite clip a rete.</p>

Figura 10. Altre tipologie di impianto con reti fotoselettive per situazioni di rischio diverse.

terminata località possono indirizzare verso la scelta di un sistema "a capannina" (molta grandine) o "piano" con grandine di debole intensità e dove il rischio di venti molto forti è invece più alto. In ogni caso l'impianto va fatto a regola d'arte e serve un installatore professionale, altrimenti si ha il rischio di rotture localizzate della rete o addirittura del collasso dell'impianto a fronte di eventi di forte intensità.

Ora ci possiamo fare qualche domanda:

- Perché le reti fotoselettive sono più costose?

Le reti fotoselettive antigrandine in commercio hanno un peso maggiore per m² delle

normali reti nere (almeno 60g/m² contro i 40g/m²) per cui si usa un quantitativo maggiore di plastica HDPE (polietilene ad alta densità) per ettaro. A parità di sistema d'impianto occorre confrontare il peso della plastica HDPE che viene preventivato per confrontare le offerte.

Le reti multifunzionali, non solo antigrandine e fotoselettive, ma anche antinsetto e/o antiacqua possono avere costi ancor più elevati non solo per il quantitativo di plastica, ma anche per il tipo di impianto e per il maggior numero di m² di rete per ettaro. Si pensi a coperture fotoselettive anti-insetto monofilare con copertura anti pioggia (Fig. 11).



Figura 11. Reti composte da una copertura anti pioggia e da una fascia laterale antinsetto. Adatte per il ciliegio in monofila per evitare la bagnatura dei frutti e l'attacco da parte della drosfila e della mosca delle ciliegie. Si aprono per un periodo limitato a partire da dopo la fioritura e durante il periodo di crescita dei frutti fino alla raccolta.

- Le reti fotoselettive durano di meno rispetto alle reti nere?

Premesso che tutte le reti in commercio devono rispettare la normativa UNIPLAST che prevede una garanzia di 5 anni sul materiale. La stessa normativa prevede però che vengano rispettati tutti gli accorgimenti installativi e che non vengano superati i valori soglia di determinate sostanze chimiche nella difesa del frutteto. Alcune ditte non forniscono garanzia, ma evidenziano che il filato è stabilizzato a 900 kly (in Italia mediamente si raggiungono valori di 120/170 kLy anno, variabili in base alle diverse zone) per cui la rete ha una vita utile garantita superiore ai 5 anni previsti dalla stessa normativa.

Le tradizionali reti nere (addizionate con carbon black per stabilizzarle agli UV) hanno generalmente una vita di 10 anni circa. Le reti fotoselettive hanno dimostrato di avere una tenuta elevata, confrontabile con quella delle reti nere, ma la durata del colore in alcuni casi (esempio il rosso) ha avuto una durata inferiore alle attese. Questo non ha precluso la protezione anti grandine ma ha ridotto l'effetto fotoselettivo negli anni.

Diverso è il problema del montaggio delle

strutture. Se questo non è perfetto nei punti di contatto le reti (tutte, anche quelle nere) possono subire dei danni per sfregamento oppure per forte trazione e questo rende le reti meno resistenti nel tempo.

- Le reti multifunzionali hanno impatto ambientale?

Certo! Ma non è diverso da quello delle altre plastiche utilizzate comunemente nella vita quotidiana da tutti noi e, ovviamente, anche in agricoltura. Nel caso delle reti fotoselettive c'è una maggiore sensibilità per il riciclo e le ditte produttrici cominciano a offrire servizi di raccolta delle reti usate, o almeno danno tutte le informazioni sul fine carriera di queste reti (tempi ed elenco delle ditte autorizzate al ritiro nelle diverse regioni). In ogni caso le reti fotoselettive sono di alta qualità e seguono la normativa prevista per l'uso della plastica in agricoltura.

Nell'analisi del costo delle coperture va infine inclusa la necessità del riciclo o smaltimento delle plastiche a fine ciclo, l'eventuale stimolo di alcuni patogeni e parassiti e il possibile impatto sul paesaggio, nell'ottica di un uso sostenibile (economico, sociale e ambientale).



Come per qualsiasi uso della plastica serve un calcolo della sostenibilità economica, ambientale e sociale, e il rispetto di regole specifiche, ad esempio alcune regioni vietano uso di reti antigrandine colorate per un possibile impatto sul turismo.

- Le reti multifunzionali hanno impatto sullo sviluppo dei patogeni?

In una recente attività sperimentale in Portogallo su kiwi la gravità della malattia Psa è diminuita durante due stagioni nelle piante sottoposte alla fotoselettività delle reti, in particolare della rete perla, rispetto alle piante scoperte, ma in questo caso le reti non hanno avuto un'influenza positiva sulla produzione per ettaro. Nelle condizioni della prova, con un regime luminoso con limitati eccessi radiativi estivi che favorisce le reti molto chiare, comunque il numero di frutti di qualità extra sotto la rete perla è stato simile all'impianto scoperto nel 2021 ed è stato superiore a quello sotto rete gialla nel 2022 (Moura et al 2022).

In conclusione, la copertura antigrandine è diventata imprescindibile soprattutto quando è necessaria la disponibilità di prodotto di

alta qualità. Ricercare soluzioni che permettano di raggiungere elevati standard qualitativi aiuta a posizionarsi meglio sul mercato e ad avvantaggiarsi della "multifunzionalità" delle moderne protezioni.

BIBLIOGRAFIA

Crescenzi S., M. Zucchini, V. Giorgi, G. Vaccaro, D. Neri. 2022. Photo-selective plastic nets in pomegranate orchards. *Acta Horticulturae* 1349. DOI 10.17660/ActaHortic.2022.1349.15

Moura, L.; Pinto, R.; Rodrigues, R.; Brito, L.M.; Rego, R.; Valín, M.I.; Mariz-Ponte, N.; Santos, C.; Mourão, I.M. Effect of Photo-Selective Nets on Yield, Fruit Quality and Psa Disease Progression in a 'Hayward' Kiwifruit Orchard. *Horticulturae* 2022, 8, 1062. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8111062>

Neri D., M. Bravetti, G. Murri, G. Nardini and M. Paroncini. *Acta Hortic.* 2021. Light spectrum modifications under photo-selective hail-nets. *Acta horticulturae*, 1304. 191-200. DOI 10.17660/ActaHortic.2021.1304.27

Davide Neri, Samuele Crescenzi

Dip. Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali
– Università Politecnica delle Marche

