



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

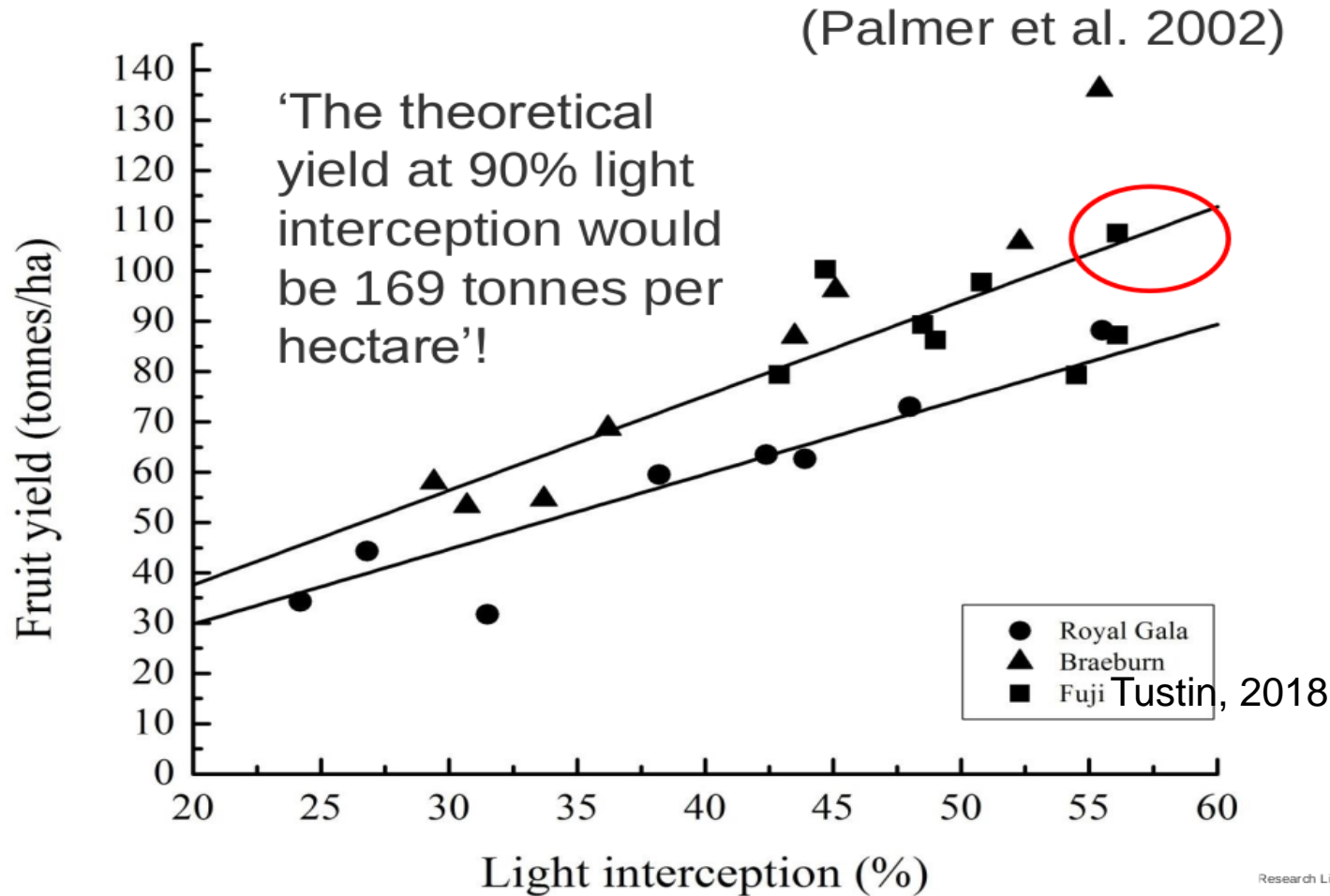
Sistemas de conducción en frutales: fundamentos, situación e innovación para maximizar la eficiencia productiva y la calidad del fruto

Luca Corelli Grappadelli

DISTAL – Università di Bologna

Le basi della produttività: intercettazione luminosa

Sunlight and Productivity – a zero-cost resource



Research Limited

Plant & Food
RESEARCH
RANGAHAU AHUMĀRA KAI



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Apple planar cordon orchard – 'Fuji Supreme', 5th leaf, April 2018



- 1.5 m spacing 167 t/ha
- 2.0 m spacing 121 t/ha

The New Zealand Institute for Plant & Food Research Limited



Tustin, 2018



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Vantaggi dei sistemi 2-D

- Chiome con perfetta distribuzione della luce
- Adattabili a macchine elettriche, 100% autonome
- Gestione di precisione facilitata – a livello di singolo “upright”
- Impiego di sensori facilitato



Esperienze su Pesco a Bologna

Primi passi!

Discreto esempio di “Planar Cordon” su nettarina, anche se molto lento a realizzare

L’equilibrio tra gli “uprights” è molto difficile.



Anche in UFO è difficile realizzare una buona distribuzione di “uprights” lungo il cordone orizzontale.



I sistemi che usiamo per il pesco possono essere considerati 2-D

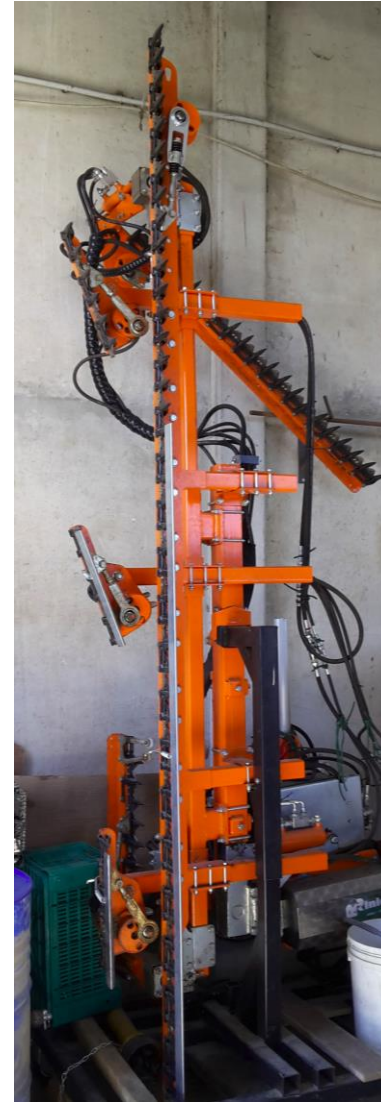
L'albero non ha branche permanenti

La potatura è meccanizzabile

E molto semplice anche a mano

Il diradamento è meccanizzabile

Si prestano bene ai carri raccolta



Frutteto di susino Cino-Giapponese in 2-D

Anche per questa specie dobbiamo imparare molto nell'allevamento

Esiste una fortissima variabilità tra cultivars, che rende molto difficile chiome 2-D

Difficile ottenere la chioma altrettanto rapidamente che nell'asse colonnare



Analisi di immagine per valutare la densità di fioritura in alberi 3-D e 2-D di susino Cino-Giapponese



Plum 3D

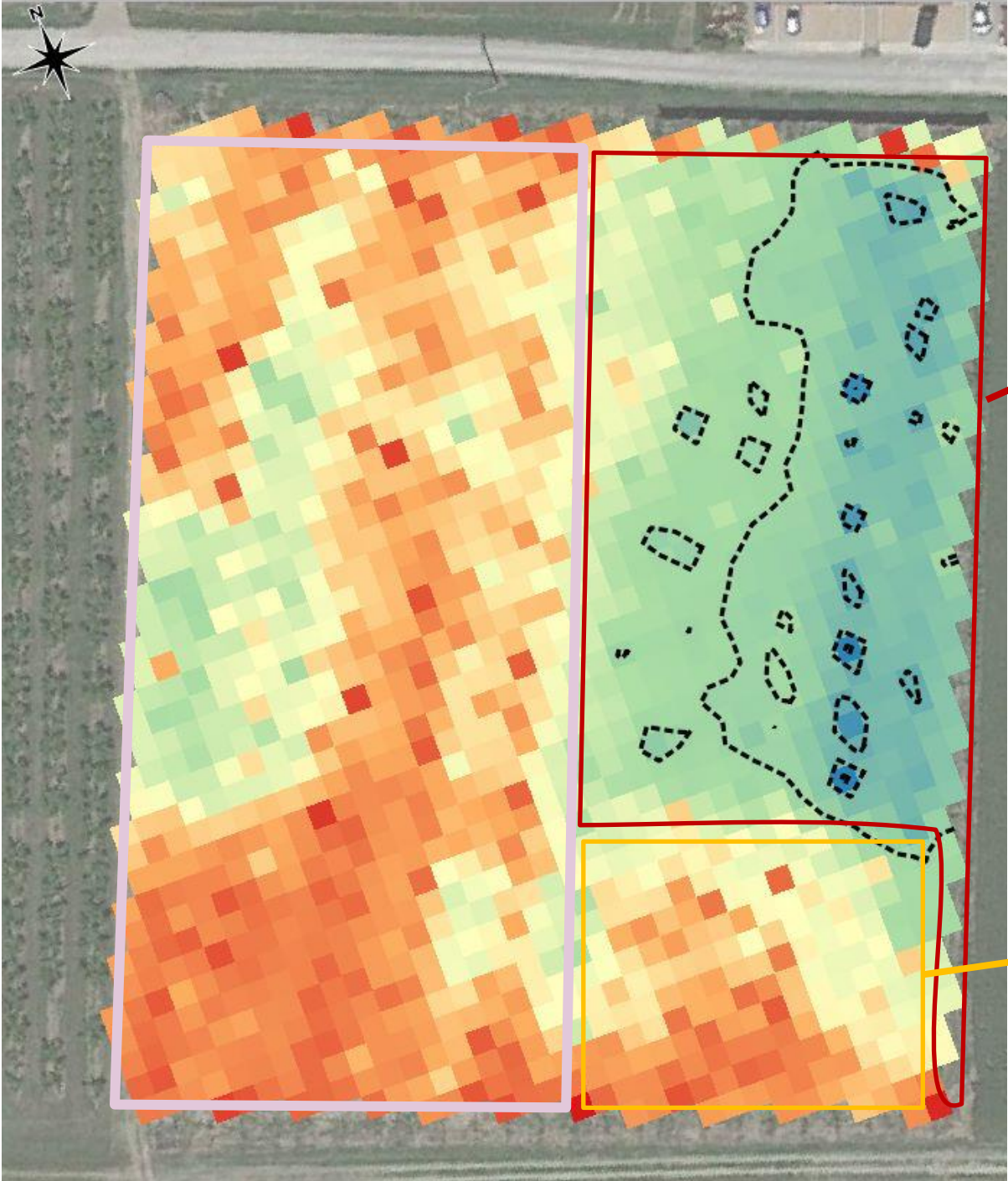
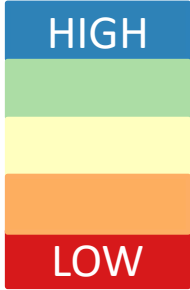


Plum 2D



La densità di fiori
cambia molto con la
forma

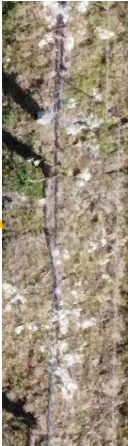
2-D sono più piccoli
e hanno meno fiori



Plum 3D



Plum 2D



Alcuni vantaggi del multileader secondo Greg Lang (MSU)

Multi-leader Vigor Diffusion: As the number of leaders (Upright Fruiting Offshoots) increases (and tree spacing increases), *tree* vigor increases but *leader* vigor decreases



Number of Leaders	Trunk cross-sectional area (TCSA)		Tree (leader) height		Leader cross-sectional area (LCSA at 1.5 m)		Lateral shoots per leader and canopy density	
	cm ²	% single leader	m	% single leader	cm ²	% single leader	no.	no. / m of leader
1	40.8	100	3.88	100	14.7	100	72.7	18.7
2	48.4	119	3.66	94	9.8	67	71.3	19.4
4	54.4	133	3.60	93	7.7	52	60.1	16.7
6	60.4	148	2.98	77	5.1	35	50.4	16.9
8	74.4	182	2.86	74	4.4	30	45.2	15.8

+82%

-26%

-70%

Lower density, better light



I punti che vorrei coprire oggi

- Relazioni pianta/luce
- Relazioni idriche albero
- Fisiologia di crescita del frutto:
scaricamento floematico *simplastico vs. apoplastico*
- Applicazioni a Frutticoltura di precisione
-



RELAZIONI PIANTA/LUCE

Tipica risposta alla luce della fotosintesi, di forma asintotica:

A circa il 50% della PPFD max, la fotosintesi non aumenta più.

Fornire livelli troppo alti di luce alle foglie può causare fotodanno.

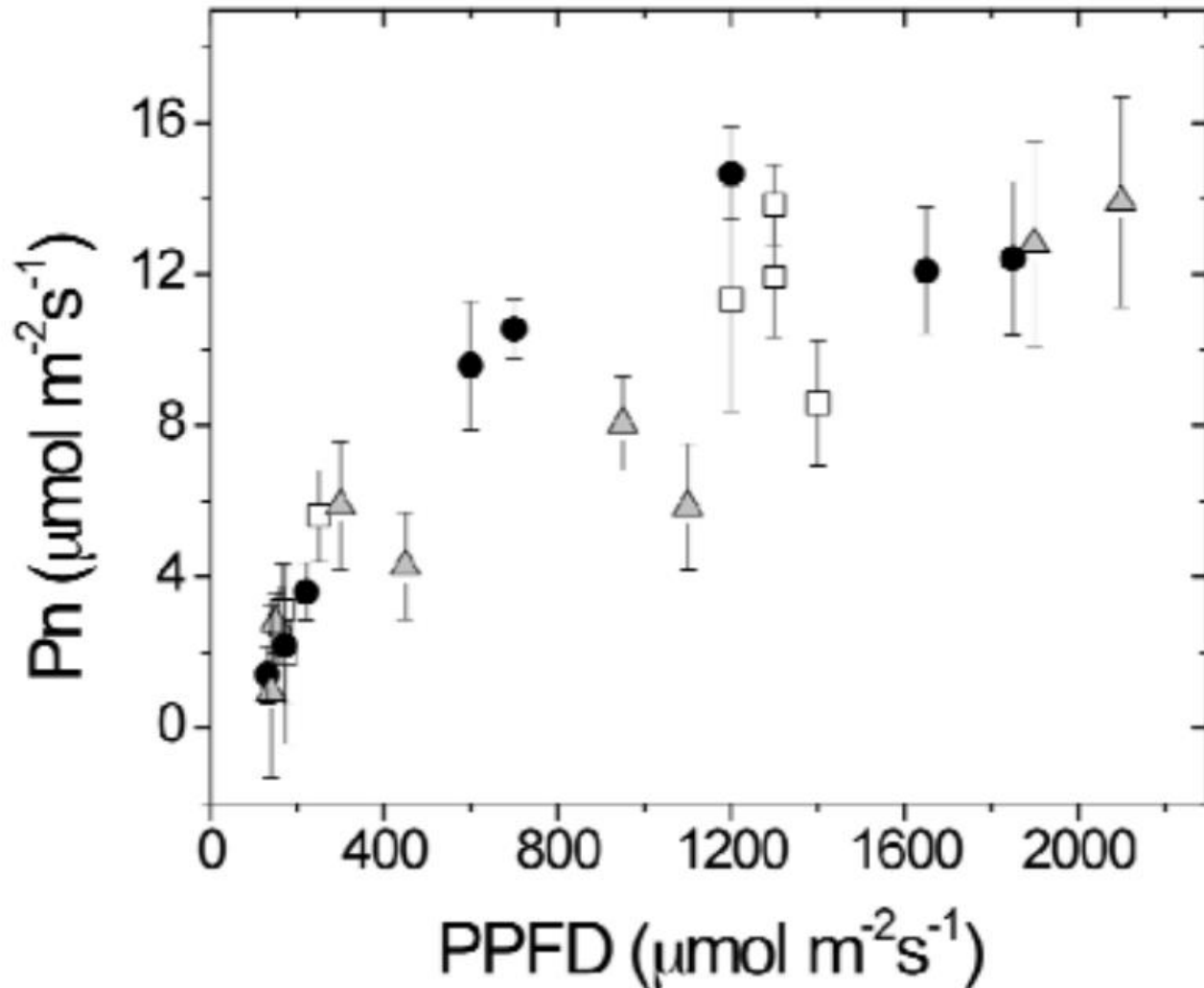
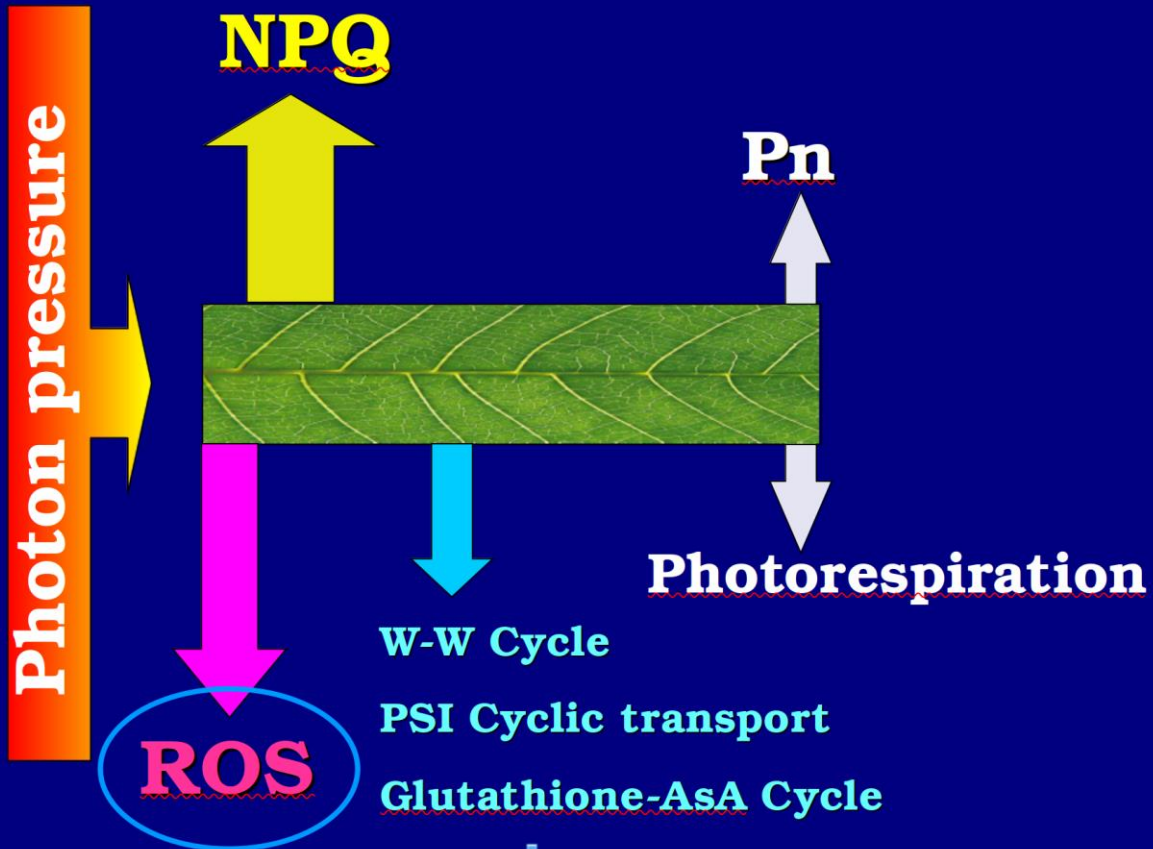


Fig. 4. Effect of PPFD on single leaf Pn rates measured during the day on leaves of both sides of W (\square), E (\blacktriangle) and C (\bullet) canopies. Each point is the average of 6 measurements \pm s.e.



Energy partitioning



La fotosintesi netta (P_n) utilizza la frazione più piccola della radiazione intercettata dalle foglie.

Tutti gli altri fotoni catturati dalla foglia la caricano di energia che deve essere dissipata attraverso altri meccanismi biochimici.

Purtroppo, molti di questi meccanismi comportano la formazione di ROS.

ROS possono causare danni reversibile/irreversibili ai cloroplasti.

Nel pesco, riparare i danni reversibili costa in media 10% dei CHO prodotti ogni giorno

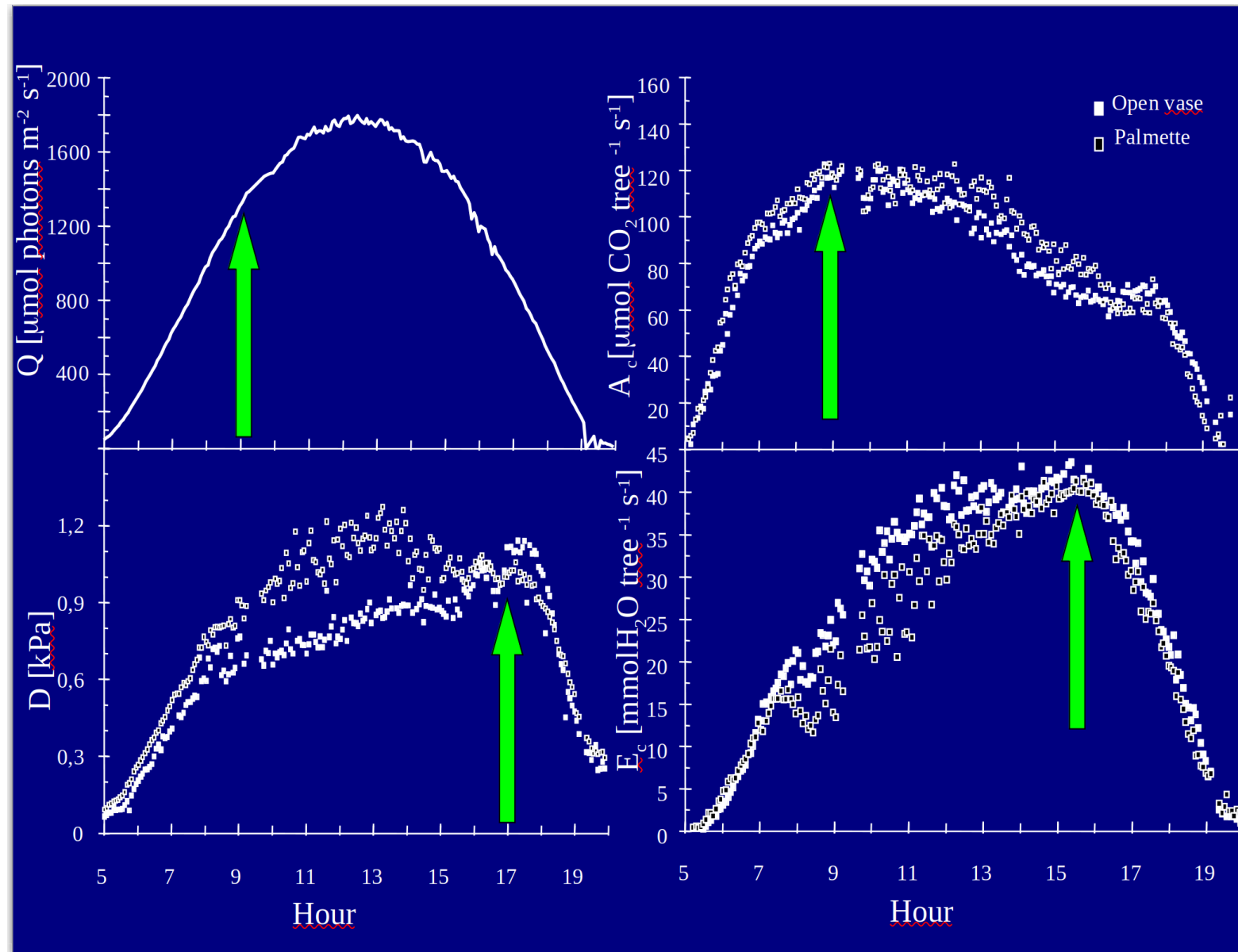
RELAZIONI IDRICHE

Scambi gassosi in pesco.
Andamento di fotosintesi molto diverso da traspirazione.

La fotosintesi raggiunge il massimo molto prima che la PAR sia massima, e con traspirazione ancora bassa.

La traspirazione è massima al pomeriggio, quando la fotosintesi è da tempo in calo, per meccanismi fisiologici.

Questa conoscenza si può sfruttare per progettare frutteti innovativi.



FRUTTETI INNOVATIVI

Il pescheto “asimmetrico” fu progettato per testare l'utilità di variare l'orientamento e l'inclinazione dei filari.

Questa foto da Google Earth mostra i 3 orientamenti/inclinazioni scelte:

- 0° - 180° alberi verticali
- 030° - 210° alberi inclinati 35° ad Ovest
- 330° - 150° alberi inclinati 35° ad Est



Queste diverse configurazioni creavano profili di intercettazione luminosa asimmetrici rispetto a mezzogiorno solare.

Gli alberi inclinati erano illuminati alla massima intensità di radiazione alle 10:00 (030°-210°) o alle 14:00 (330°-150°).

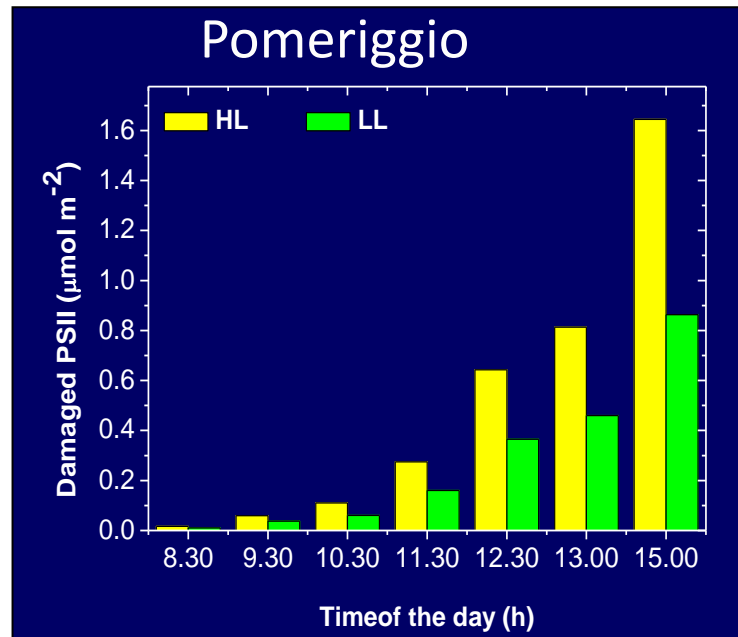
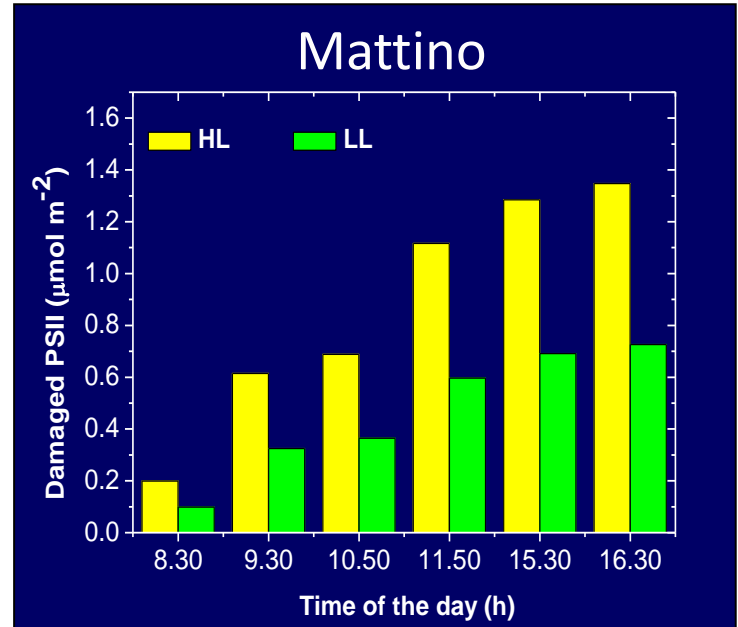


RESEARCH PAPER

Modulating the light environment with the peach ‘asymmetric orchard’: effects on gas exchange performances, photoprotection, and photoinhibition

Pasquale Losciale^{1,*}, Wah Soon Chow² and Luca Corelli Grappadelli¹

Il fotodanno è molto maggiore nei filari in piena luce al mattino



Nel planare di melo a 2 o 1,5 m, gli alberi si ombreggiano molto di più anche a mezzogiorno, e questo potrebbe ridurre il fotodanno.



Fuji/Pajam2 4° anno, ore 12:00.
Intercettazione luce molto diversa tra fusetto tradizionale (3,3 x 1.25 m) e planare (1,5 x 3 m)



Fuji/Pajam2 4° anno, ore 12:00.
Intercettazione luce molto diversa tra fusetto
tradizionale (3,3 x 1.25 m) e planare (1,5 x 3 m)

Nel planare, gli alberi si ombreggiano molto di
più anche a mezzogiorno, e questo potrebbe
ridurre il fotodanno.



Se la riduzione di luce non
danneggia la fotosintesi,
possiamo risparmiare H₂O
con meno luce?



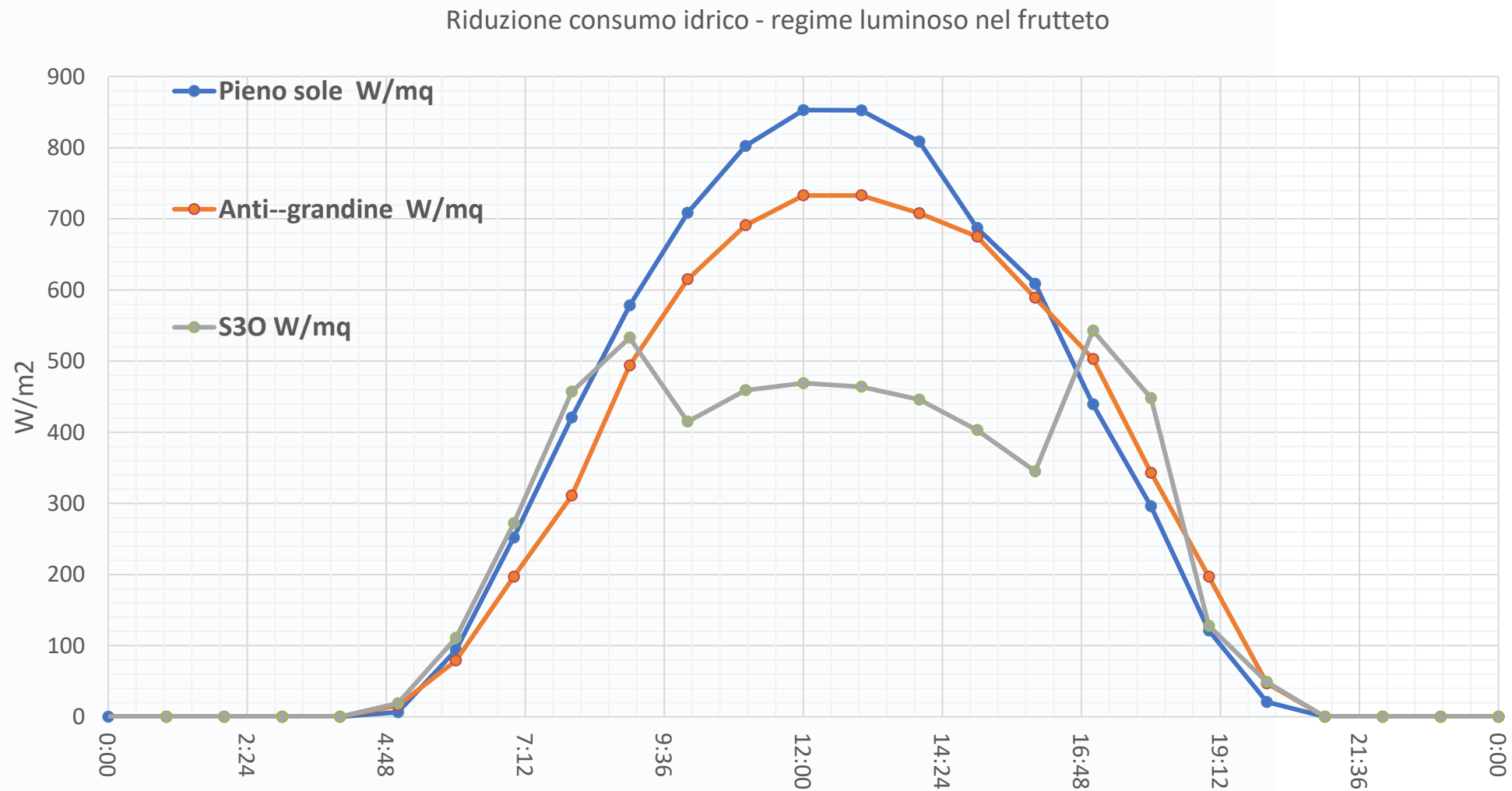
S3O Project (www.s3o.it)

Riduzione luminosa con
teli antipioggia;
Applicazione di pesticidi
con sistema a punto fisso;
Sviluppo di rover elettrico;
Riduzione irrigazione:
50%

In prospettiva:
Riduzione luce con
pannelli fotovoltaici



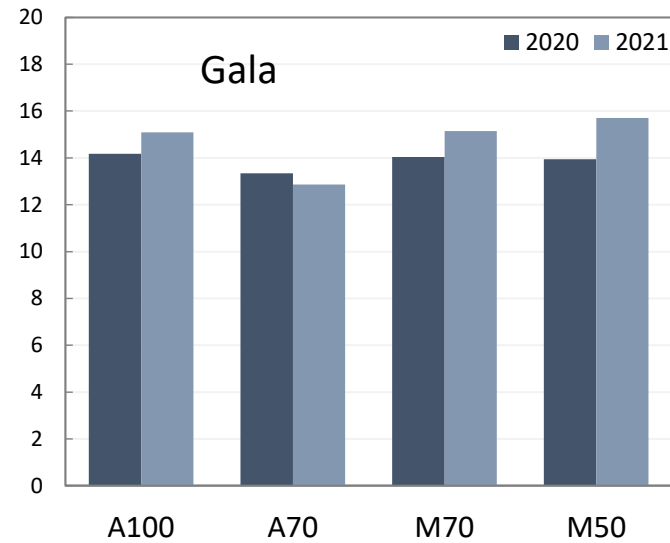
Riduzione intercettazione luminosa con telo antipioggia



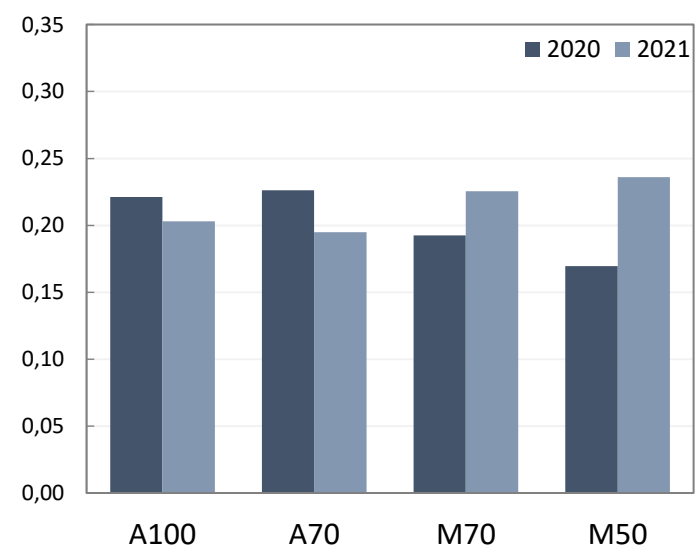
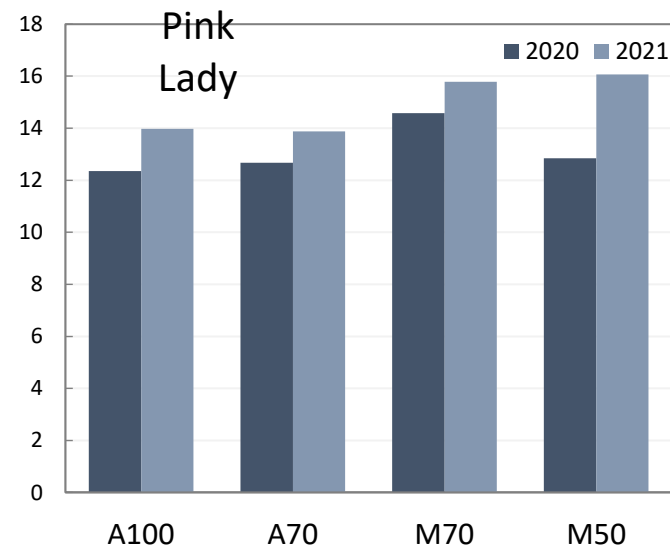
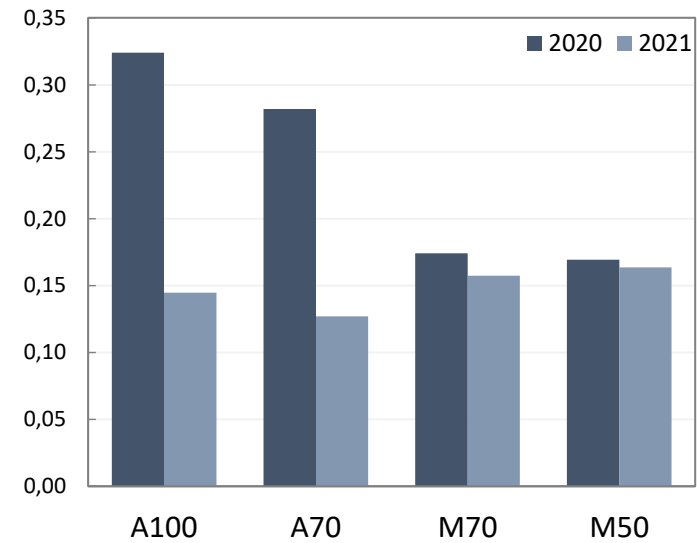
A: antigrandine
M: multi-cover

Irrigazione:
100%
70%
50%

Fotosintesi (12:00) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)

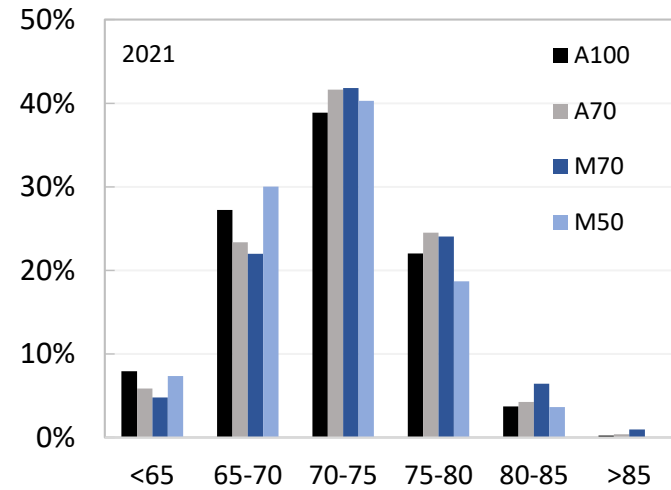
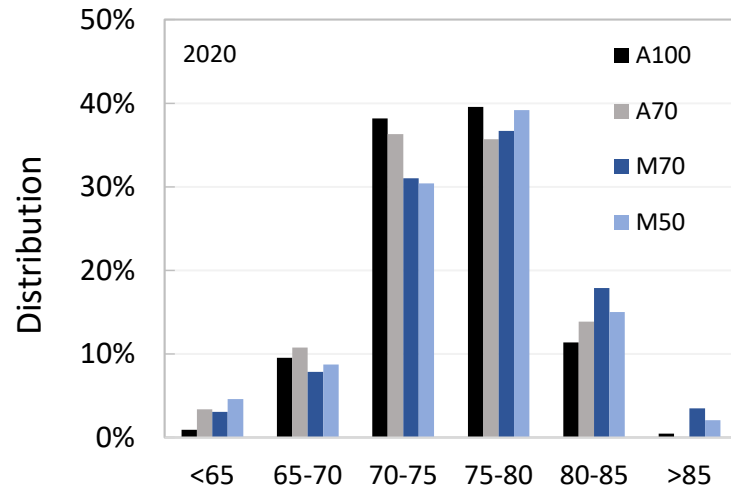
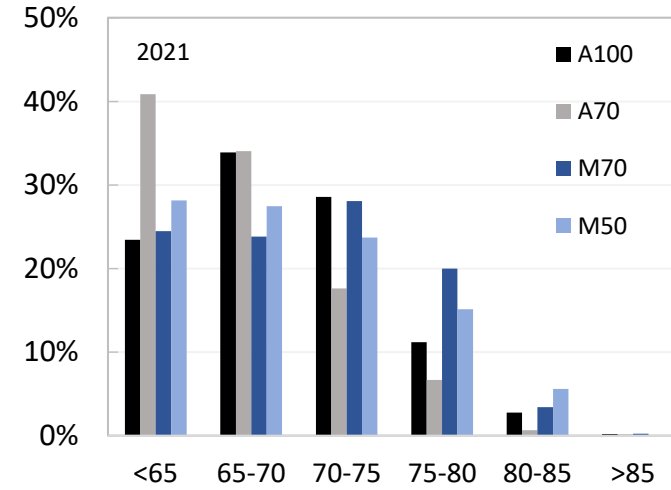
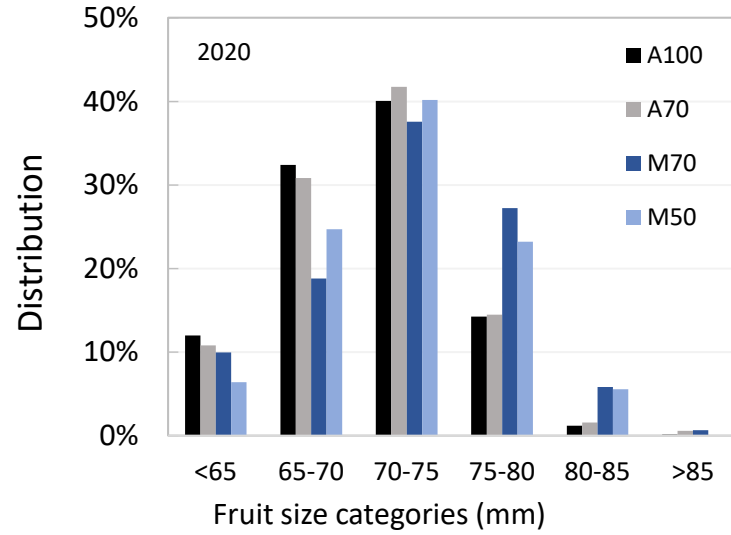


Conduttanza stomatica ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)



Gala

Distribuzione classi di pezzatura



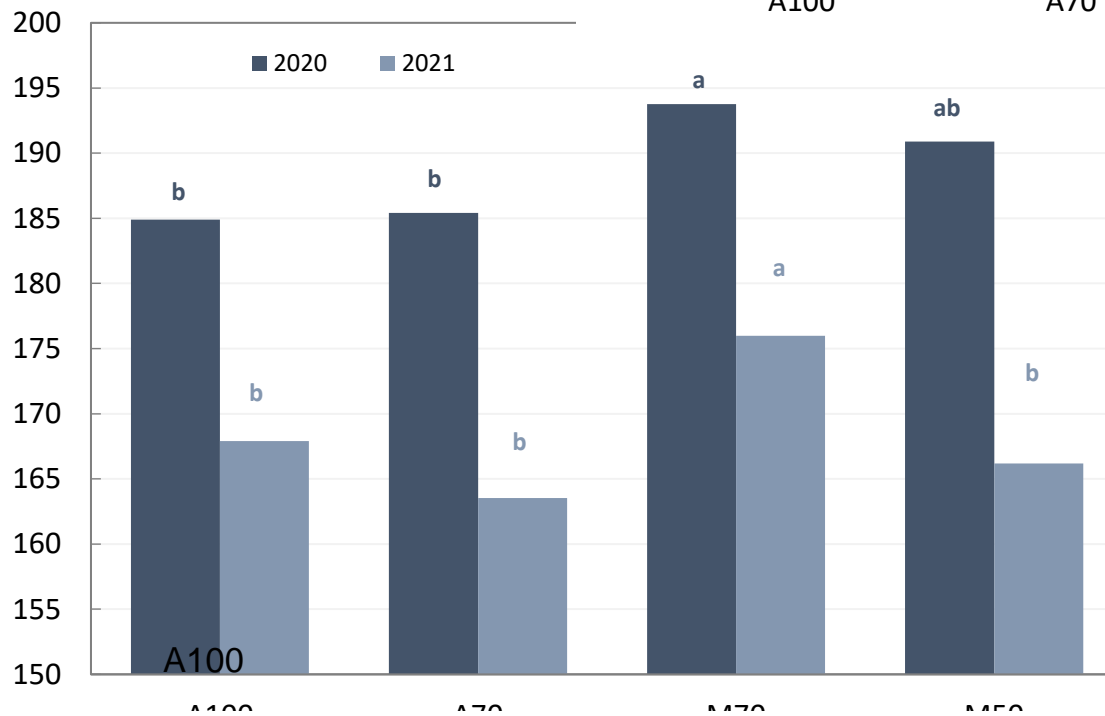
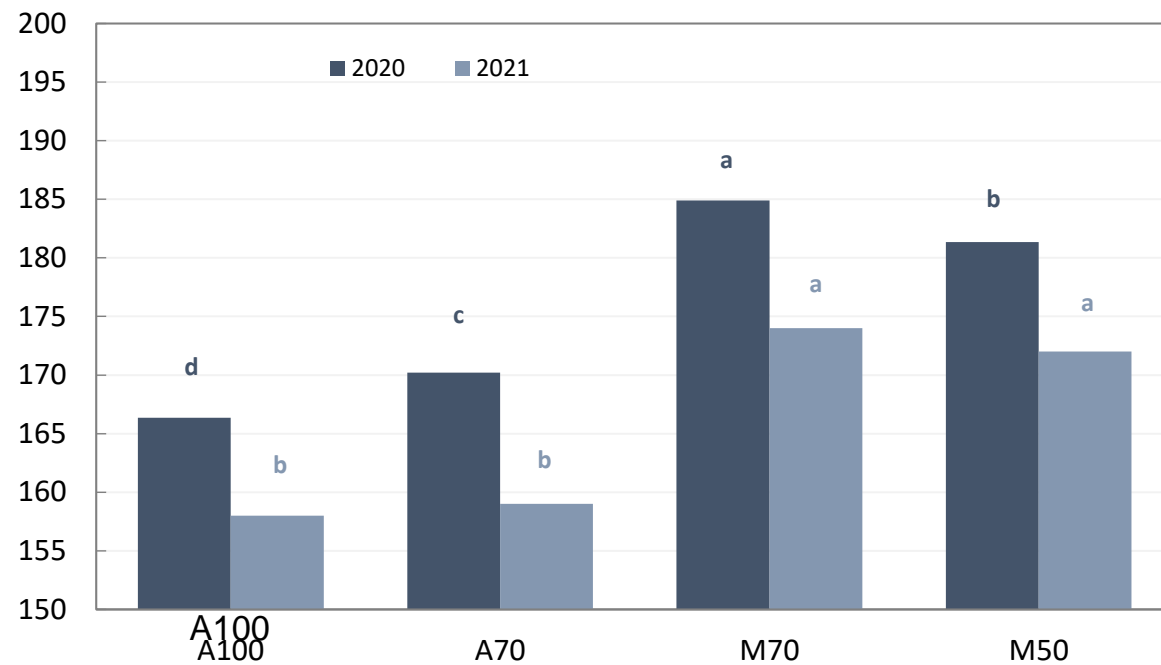
Pink Lady



Peso medio frutto

Pink Lady

Gala

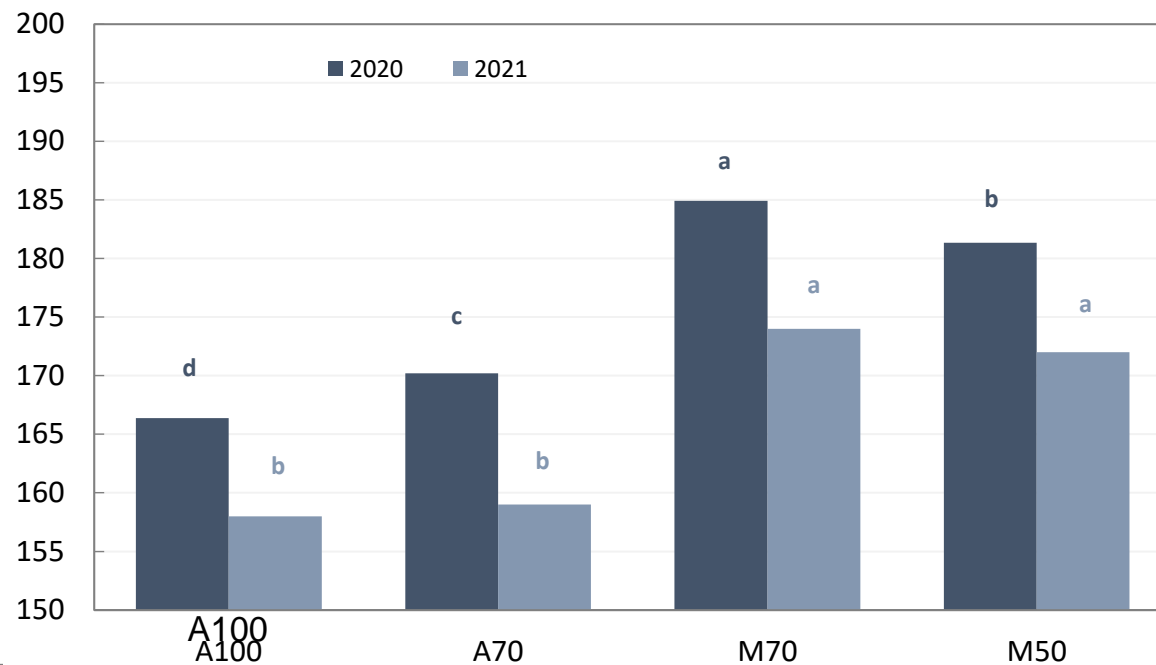


Se funziona per il melo, possiamo aspettarci che funzioni per pesco, susino, albicocco?

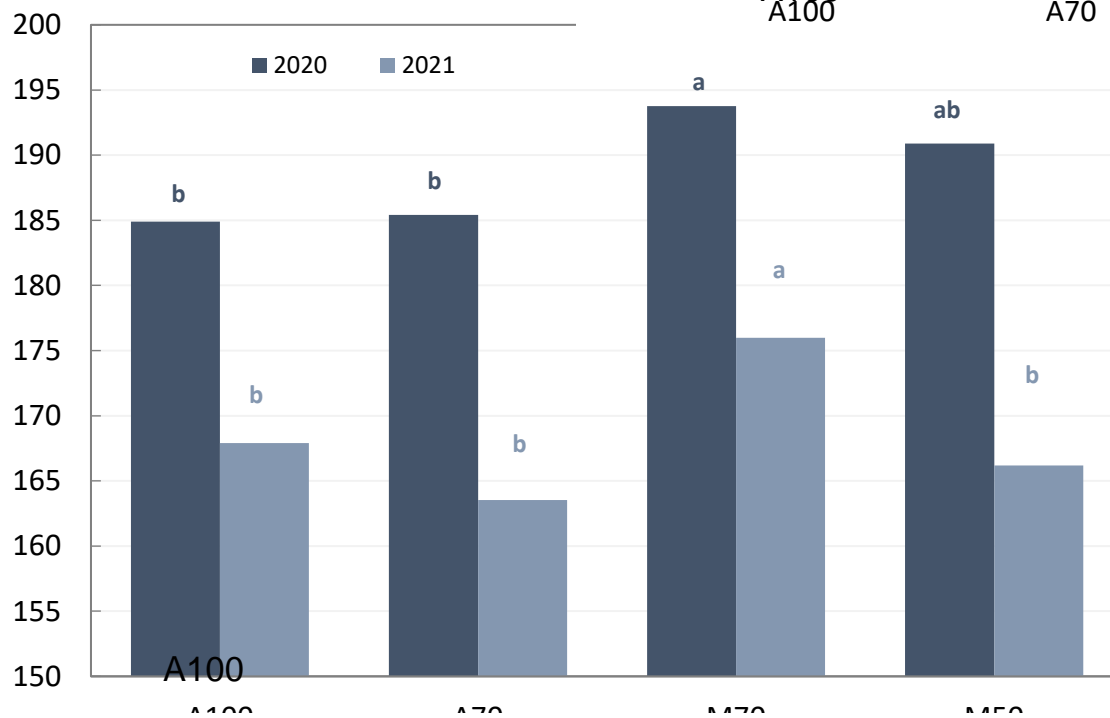


Peso
medio
frutto

Gala



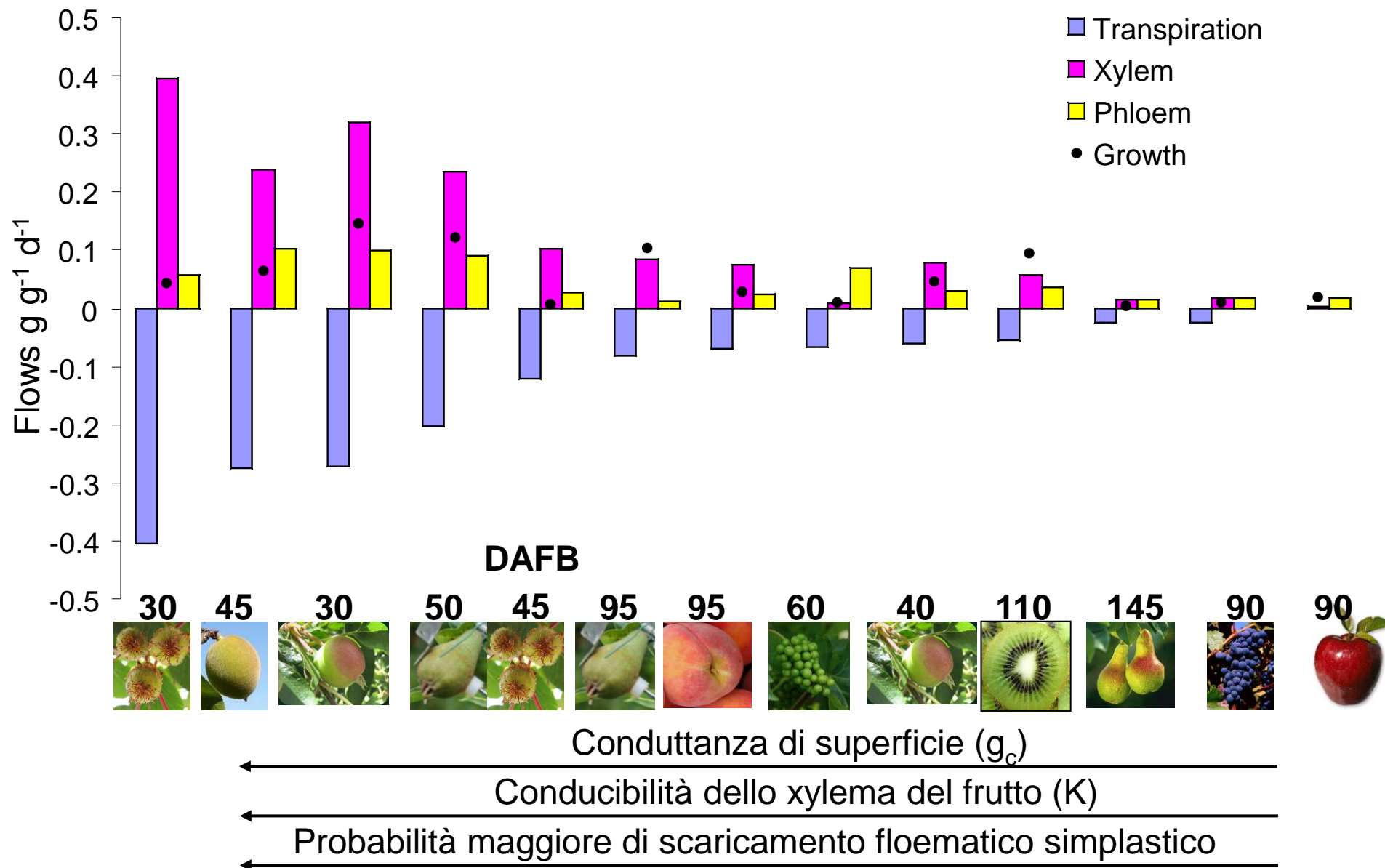
Pink Lady



Se funziona per il melo,
possiamo aspettarci che
funzioni per pesco, susino,
albicocco?

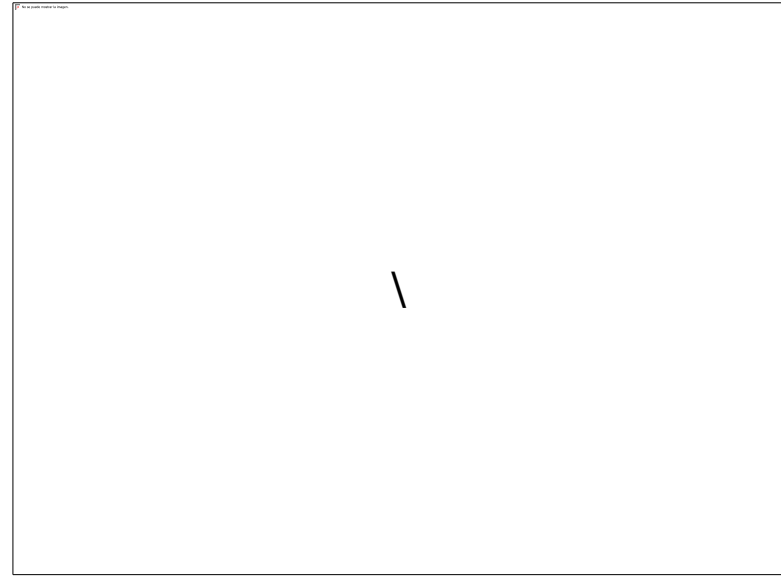
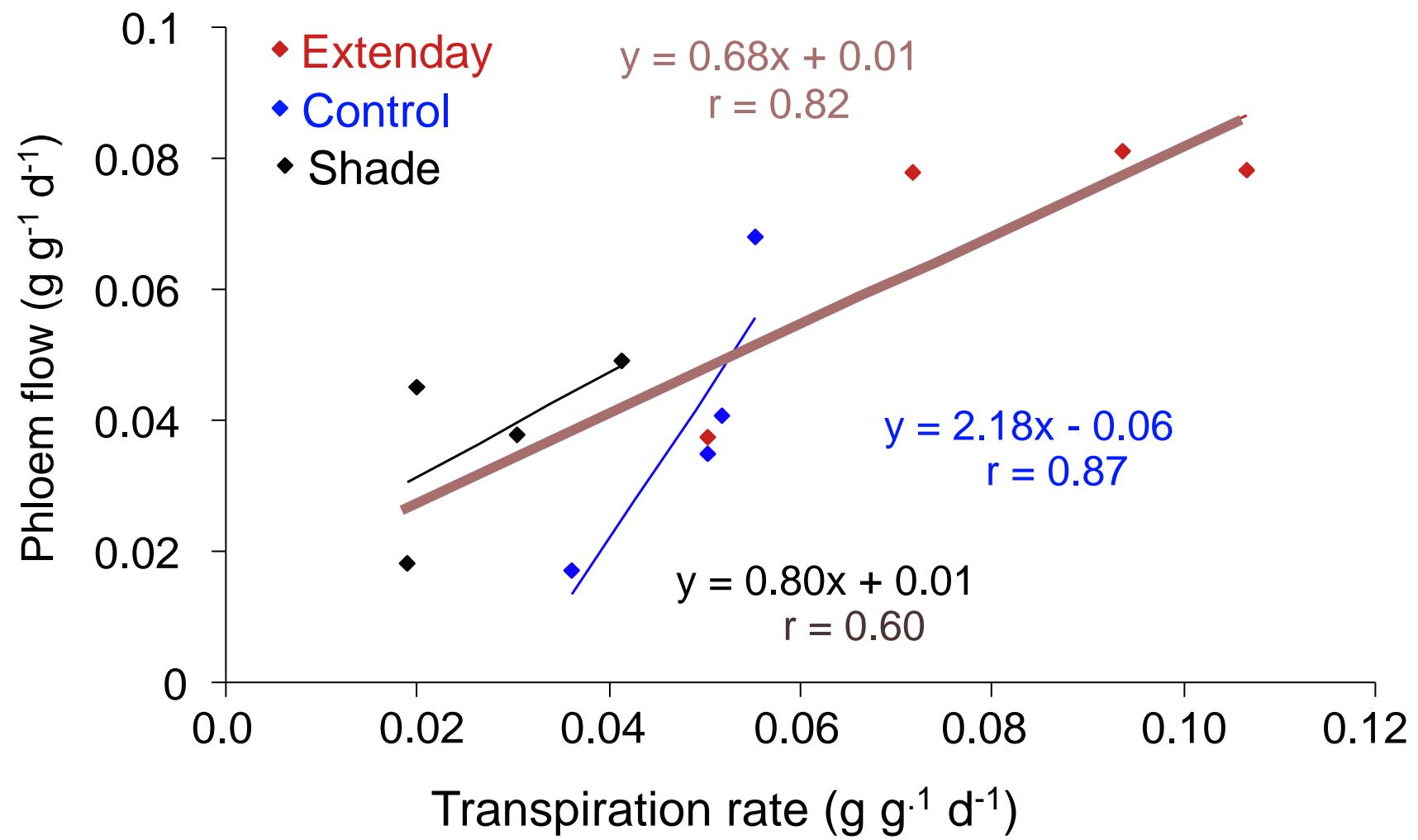


Flussi vascolari di specie da frutto – da apoplasmici a simplasmici



La pesca per crescere deve traspirare – meno luce può ridurre la traspirazione

Peach phloem flow vs. fruit transpiration rate



Crescita della pesca in funzione del regime luminoso

Trt	AGR (g fru d)	Traspiraz. (g fru d)	Floema (g fru d)	Xylema (g fru d)
Controllo	5.36	-5.01 b	4.22 ab	5.88 b
Extenday	8.18	-10.27 a	8.77 a	9.66 a
40% ombra	5.22	-2.52 b	3.56 b	4.19 b
P	0.07	0.002	0.01	< 0.001



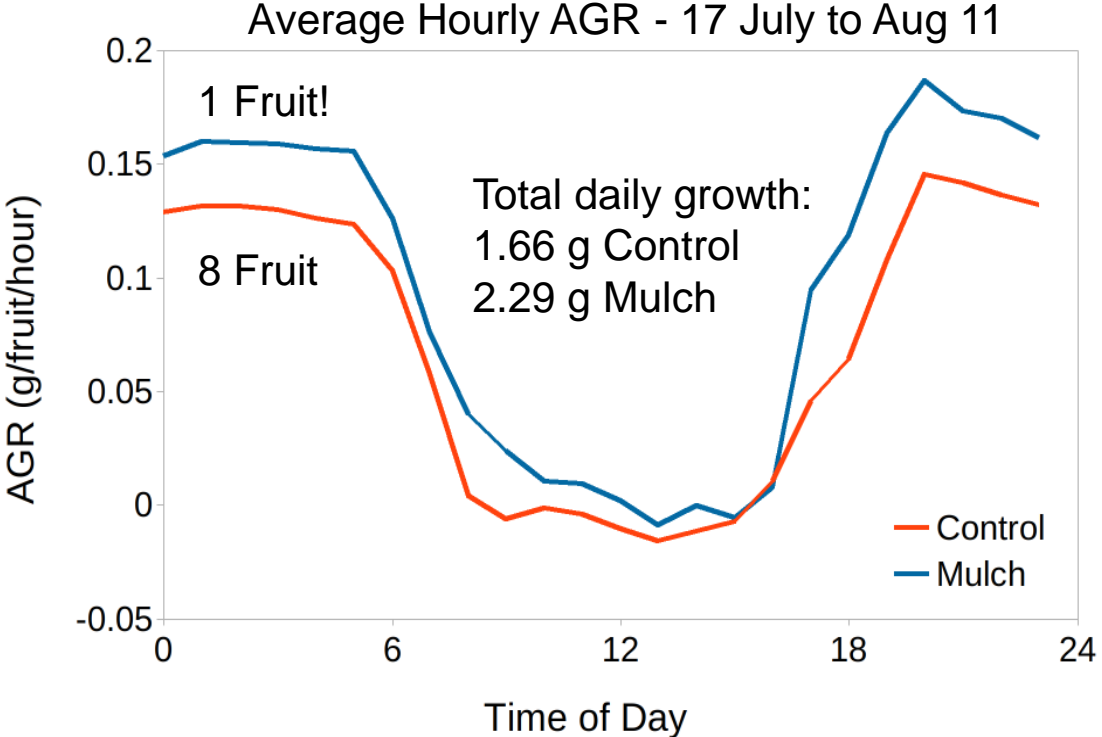
Caso di studio - 2019

Applicazione di telo riflettente in nettarina – frutteto commerciale

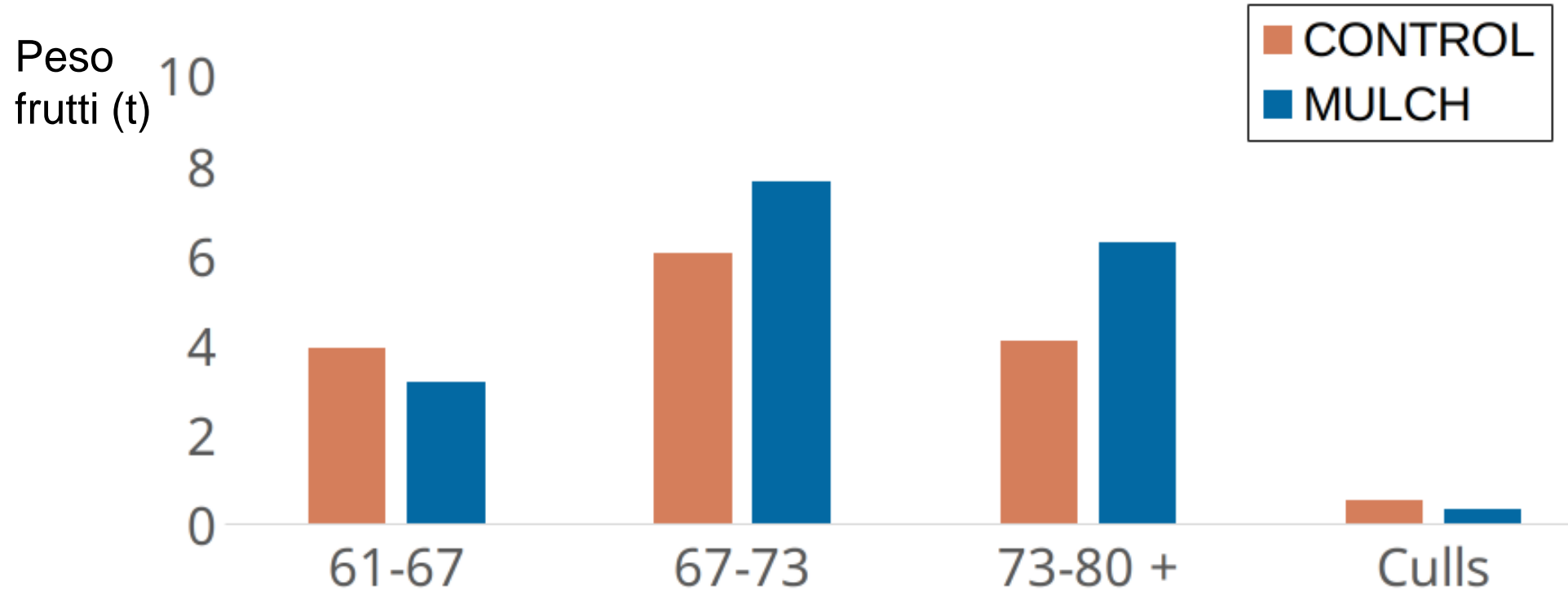
Proprietario	Mattia Ridolfi
Cultivar	Romagna Giant
Portainnesto	Istharà
Distanze (m)	4.5 x 1.4
Alberi/Ha	1587
N° Alberi Controllo	714
N° Alberi Telo	714



Monitoraggio della crescita dei frutti



Distribuzione in classi di pezzatura di TUTTI i frutti raccolti



Categorie di dimensione dei frutti
(mm)



Effetto del riflettente sulla redditività del pescheto.

In una stagione il costo è azzerato.

	CONTROLLO	RIFLETTENTE
KG/albero	20.5	24.4

Prezzo per classe di pezzatura e reddito

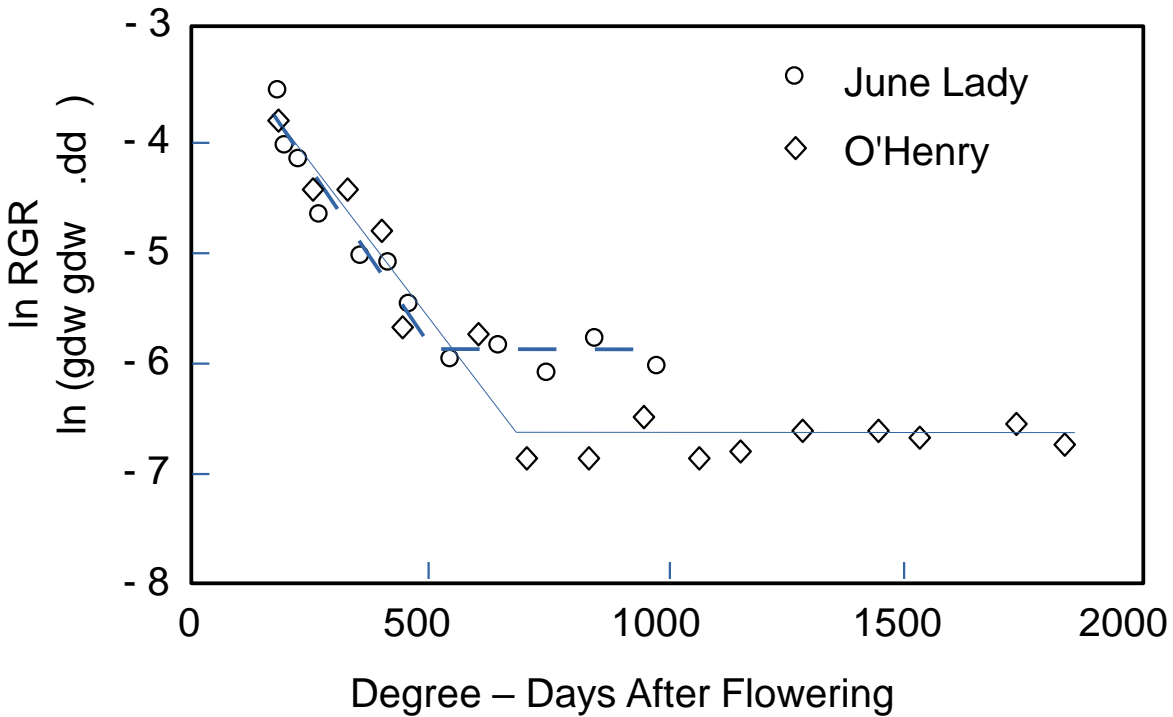
Pezzatura (mm)	61-67	67-73	73-80 +	Scarto
Prezzi (€/kg)	0.25	0.41	0.68	0.02
Controllo (€)	984	2,486	2,791	11
Riflettente (€)	794	3,126	4,265	7

	Valore Totale (€)	Valore per albero (€)	Prezzo medio (€/t)	Valore stimato (€/ha)
Controllo	6,272	8.78	428.0	13,938
Riflettente	8,192	11.47	470.8	18,204
Differenza	1,920	2.69	42.8	4,266

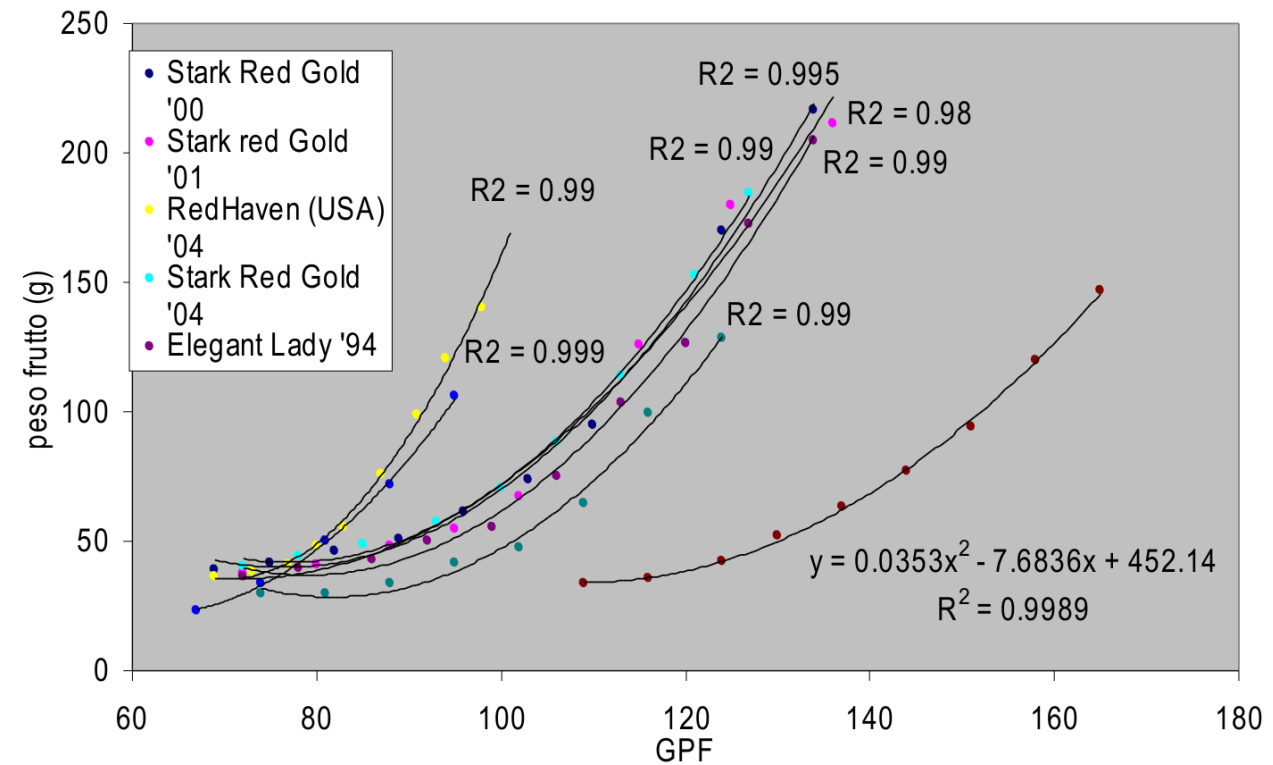


Frutticoltura di precisione

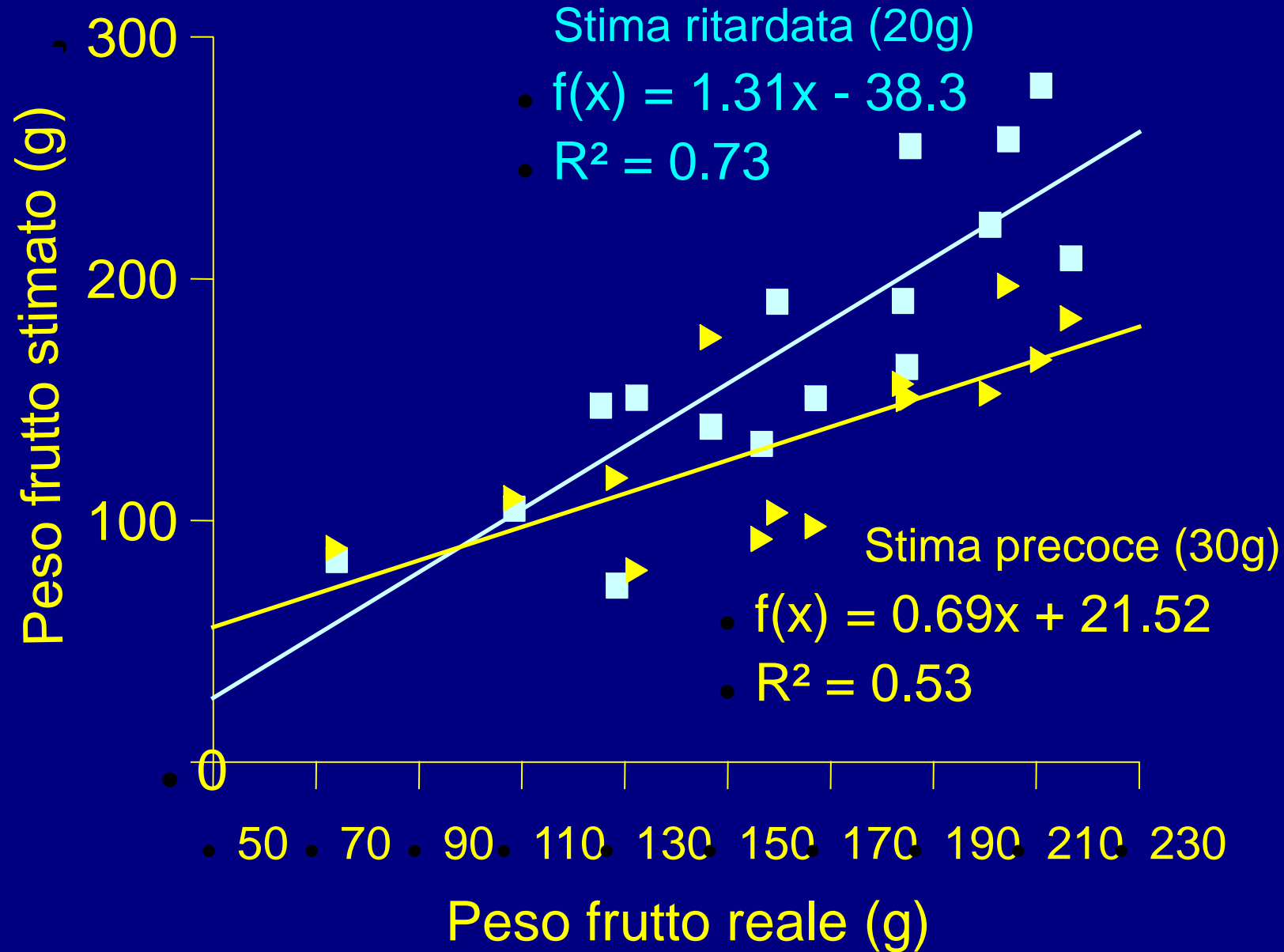
Il modello simplasmico spiega le osservazioni di DeJong e Goudriaan, che postularono che le pesche crescono in Fase III con una accelerazione costante, ovvero ogni giorno di più del giorno prima.



DeJong and Goudriaan, 1989



Previsione fatta 20 vs. 30 giorni prima della raccolta.



Fruit detection by CNN

Da immagini come questa possiamo già contare i frutti (accuratezza: 85%)

Nel prossimo futuro dovremmo riuscire anche a misurarli con la precisione necessaria per fare la previsione di calibro a raccolta

Potremo decidere se è necessario un ulteriore diradamento





Macchina
diradatrice a
stecche rigide al
lavoro su pesco.

Questa macchina
e la Darwin si
adattano bene
anche alle nuove
forme 2-D.





Questa macchina ha efficacia su frutti di 4-5 cm di diametro.

Consente un intervento anche molto vicino alla raccolta.



CONCLUSIONI

- Fisiologia aiuta a sviluppare nuovi sistemi di allevamento
- Nei sistemi 2-D il microclima luminoso tende a cambiare
- Noi gestiamo la luce in modo poco evoluto, dobbiamo migliorare
- I sistemi 2-D possono adottare tutte le soluzioni meccaniche attuali, ma anche molte che ancora non abbiamo
- In particolare, si presteranno alla Frutticoltura di Precisione



luca.corelli@unibo.it

