

Tecnologie per la distribuzione dei prodotti fitosanitari a dosi ridotte

Cristiano Baldoin

Dip. TeSAF – Università di Padova

Perché si parla di ridurre le dosi?

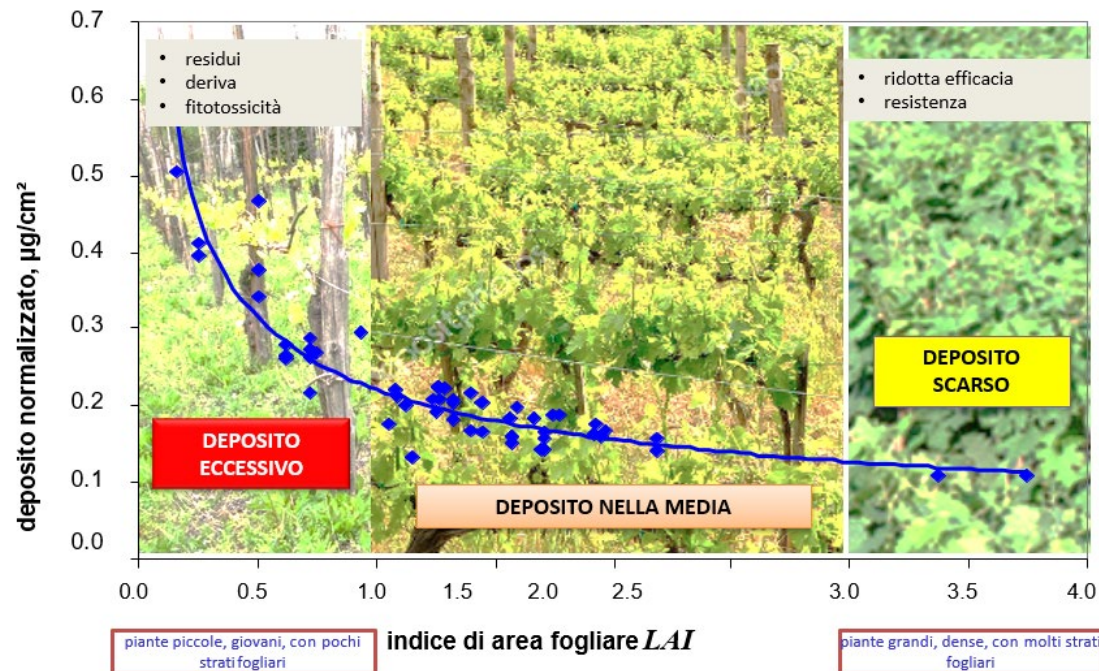
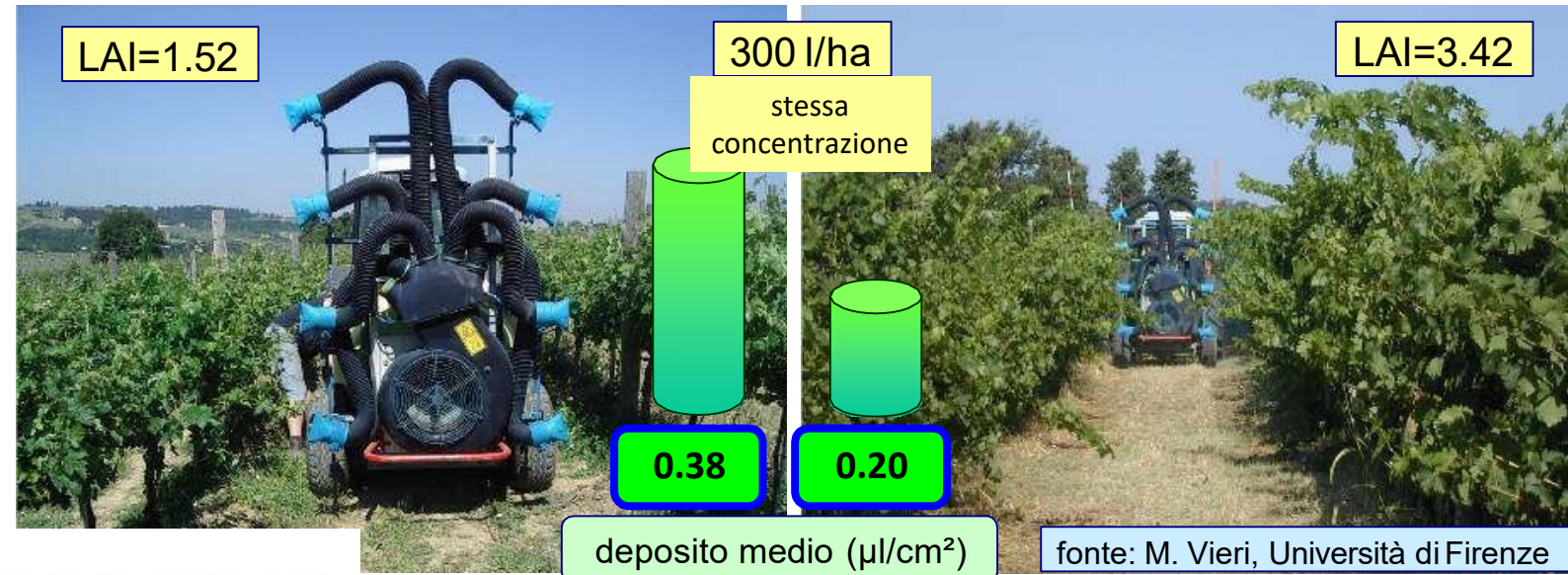
- Sarebbe più corretto usare termini come «adeguare» o «ottimizzare» (nel mondo anglosassone si parla infatti di «*dose adjustment*»)
- La questione si pone in particolare per le colture arboree, che presentano una variabilità molto ampia in termini di effettiva superficie bersaglio per il trattamento^(*), sia tra diverse specie e forme di allevamento, sia nella stessa coltura con il progredire dello stadio di sviluppo
- È evidente l'inefficienza dell'applicazione di una dose unica per tutte le situazioni colturali



^(*) La superficie fogliare è espressa dall'indice di area fogliare (LAI), che è il rapporto tra la superficie fogliare e la superficie del terreno

Volume e sviluppo fogliare

L'applicazione di una dose/ha fissa produce depositi molto diversi a seconda dell'estensione della superficie bersaglio da trattare
esempio:



53 prove su vari vigneti (a guyot, casarsa, cordone speronato, cordone libero)
Ciascun punto è la media di 3-4 ripetizioni
Interfila: 2.0-3.6 m
Intervallo d'altezza della chioma: 0.7-2.5 m
Pergher et al., 1995-2011

L'indice di area fogliare LAI non è un parametro di utilità pratica per la definizione delle dosi


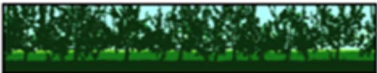




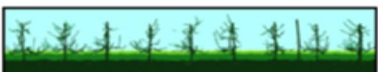
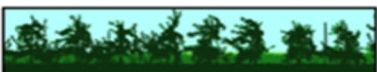
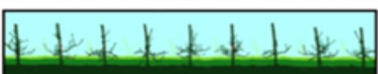

Irrorazione adattata alla coltura (CAS, *Crop Adapted Spraying*)

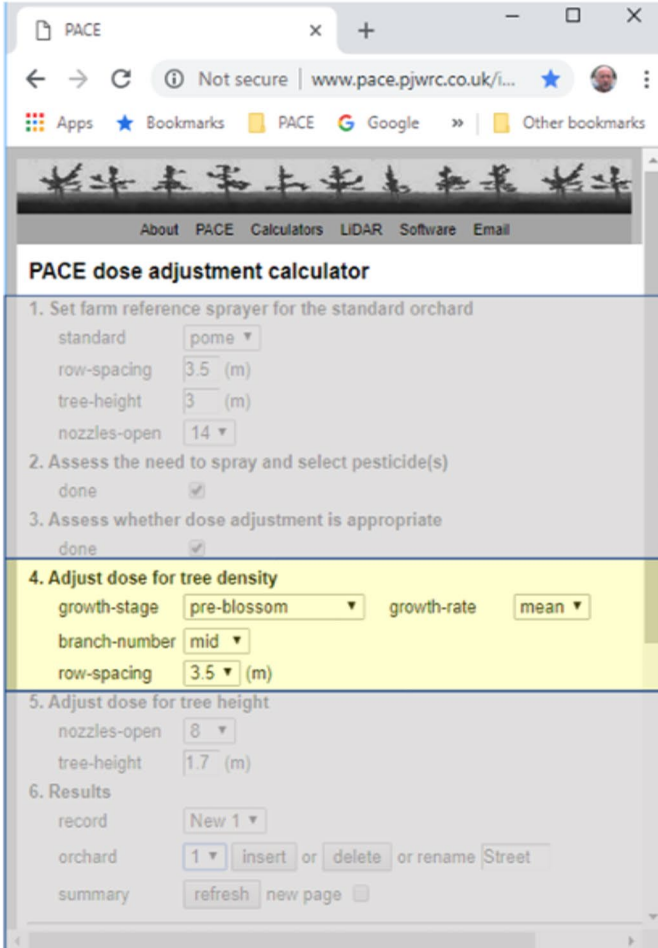
- PACE (*Pesticide dose Adjustment to the Crop Environment*, Walklate 2005)

Dose adjustment calculator

4. Adjust dose for tree density

- Select growth-stage
- Select growth-rate model for predictive use
- Select branch-number (see chart below)
- Select row-spacing

	pre-blossom	full-leaf
std		
std/mid		
mid		
mid/low		
low		



The screenshot shows the PACE dose adjustment calculator web interface. The browser address bar shows the URL www.pace.pjwrc.co.uk/. The page title is "PACE dose adjustment calculator". The interface includes a navigation bar with links: About, PACE, Calculators, LIDAR, Software, and Email. The main content area is divided into sections for setting farm reference sprayer parameters, assessing the need to spray, and adjusting the dose for tree density. The "4. Adjust dose for tree density" section is highlighted in yellow and contains the following settings: growth-stage (pre-blossom), growth-rate (mean), branch-number (mid), and row-spacing (3.5 (m)). The "5. Adjust dose for tree height" section shows nozzles-open (8) and tree-height (1.7 (m)). The "6. Results" section includes a record (New 1), orchard (1), and summary (refresh, new page).

Irrorazione adattata alla coltura (*Crop Adapted Spraying*)

PACE: esempio applicativo su melo da consumo fresco e per lavorazione industriale

1.0 x



1.0 x



0.75 x



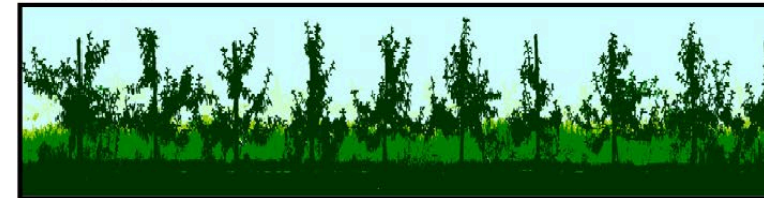
0.75 x



0.5 x



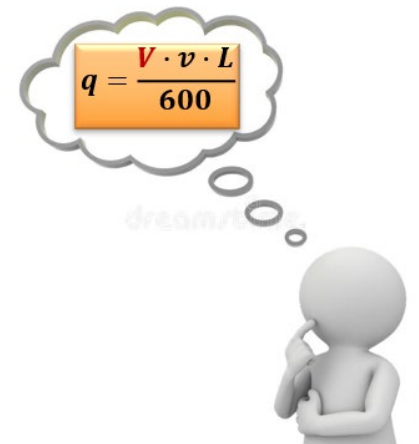
0.5 x



Pictograms indicating dose reduction factors for canopy density in dwarf and semi dwarf dessert and culinary apple orchards used in step 4 of the PACE dose adjustment scheme (Walklate, 2008)

Metodi di espressione della dose e del volume

- Dose \neq Volume \Rightarrow **non confondere i concetti**
 - **Dose** = quantità di **prodotto fitosanitario** da distribuire: **deve garantire che la giusta quantità di sostanza attiva raggiunga tutte le parti della vegetazione**
 - **Volume** = quantità di **miscela (P.F. + acqua)** da distribuire: **va scelto in modo da coprire il bersaglio senza che si verifichi gocciolamento**; la quantità massima che la vegetazione è in grado di trattenere è detta anche **volume di run-off**
- Entrambe le espressioni vanno rapportate a una **unità di riferimento rappresentativa della morfologia e architettura della vegetazione** (*CAS, Crop Adapted Spraying*); il risultato va poi riportato a **litri/ettaro** mediante un opportuno **Indice di volume** (litri per unità di riferimento scelta)



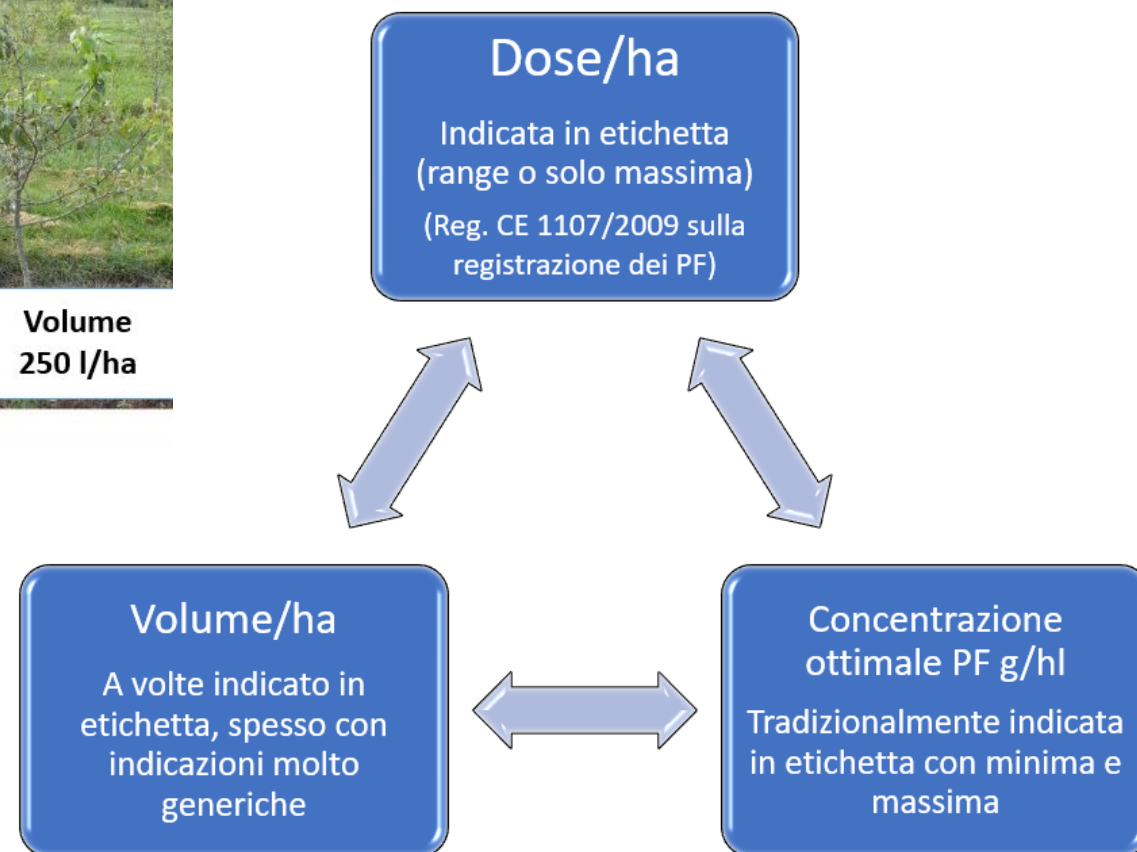
Determinazione della dose ottimale



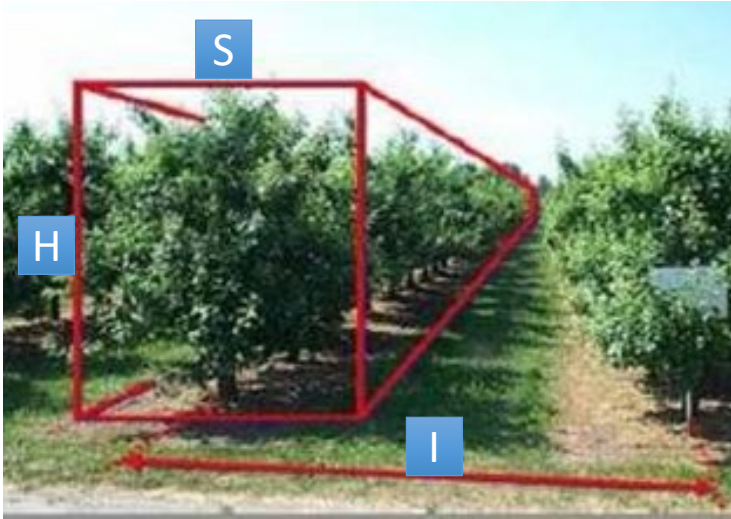
Con l'entrata in vigore del Regolamento CE 1107/2009 è obbligatoria l'indicazione in etichetta della dose riferita all'ettaro.

dose=volume·concentrazione
volume=dose/concentrazione
concentrazione=dose/volume

Tradizionalmente le etichette dei PF hanno sempre riportato l'indicazione della concentrazione (g/hl) minima e massima, implicitamente legata a un volume di riferimento di 1.000 l/ha per il vigneto e 1.500 l/ha per il frutteto (volumi standard derivanti dai protocolli sperimentali per la registrazione dei PF).



Volume: adattamento alle dimensioni della vegetazione



metodo TRV (Tree Row Volume)

Tiene conto del volume della vegetazione sul terreno

$$TRV = \frac{H \cdot S}{I} \cdot 10000$$

Indice di volume consigliato:

0,02 – 0,05 l/m³ di vegetazione
(20 - 50 l/1.000 m³ di vegetazione)

Esempio

altezza parete

3,5 m

spessore chioma

2,2 m

interfila

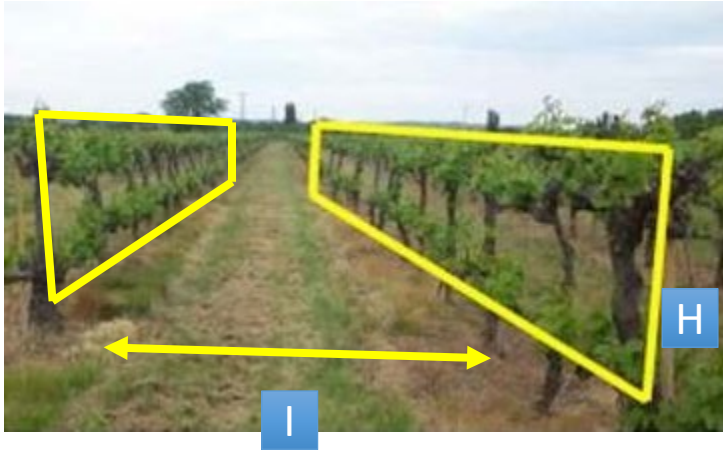
4,0 m

$$TRV = (3,5 \cdot 2,2 \cdot 10.000)/4,0 \approx 19.000 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$\text{Volume: } 0,035 \text{ l/m}^3 \cdot 19.000 \text{ m}^3/\text{ha} = 665 \text{ l/ha}$$

- Indicato per colture con spessore della chioma pronunciato
- Può essere difficile individuare l'esatto spessore in presenza di forma irregolare del profilo della chioma (possibile sovra- o sottostima)

Volume: adattamento alle dimensioni della vegetazione



Esempio

altezza parete	1,3 m
interfila	2,7 m

$$LWA = 2 \cdot (1,3/2,7) \cdot 10.000 \approx 9.600 \text{ m}^2/\text{ha}$$

$$\text{Volume: } 0,02 \text{ l/m}^2 \cdot 9.600 \text{ m}^2/\text{ha} \approx 190 \text{ l/ha}$$

metodo LWA (Leaf Wall Area)

Tiene conto dell'area della parete

$$LWA = 2 \cdot \frac{H}{I} \cdot 10.000$$

Indice di volume consigliato:

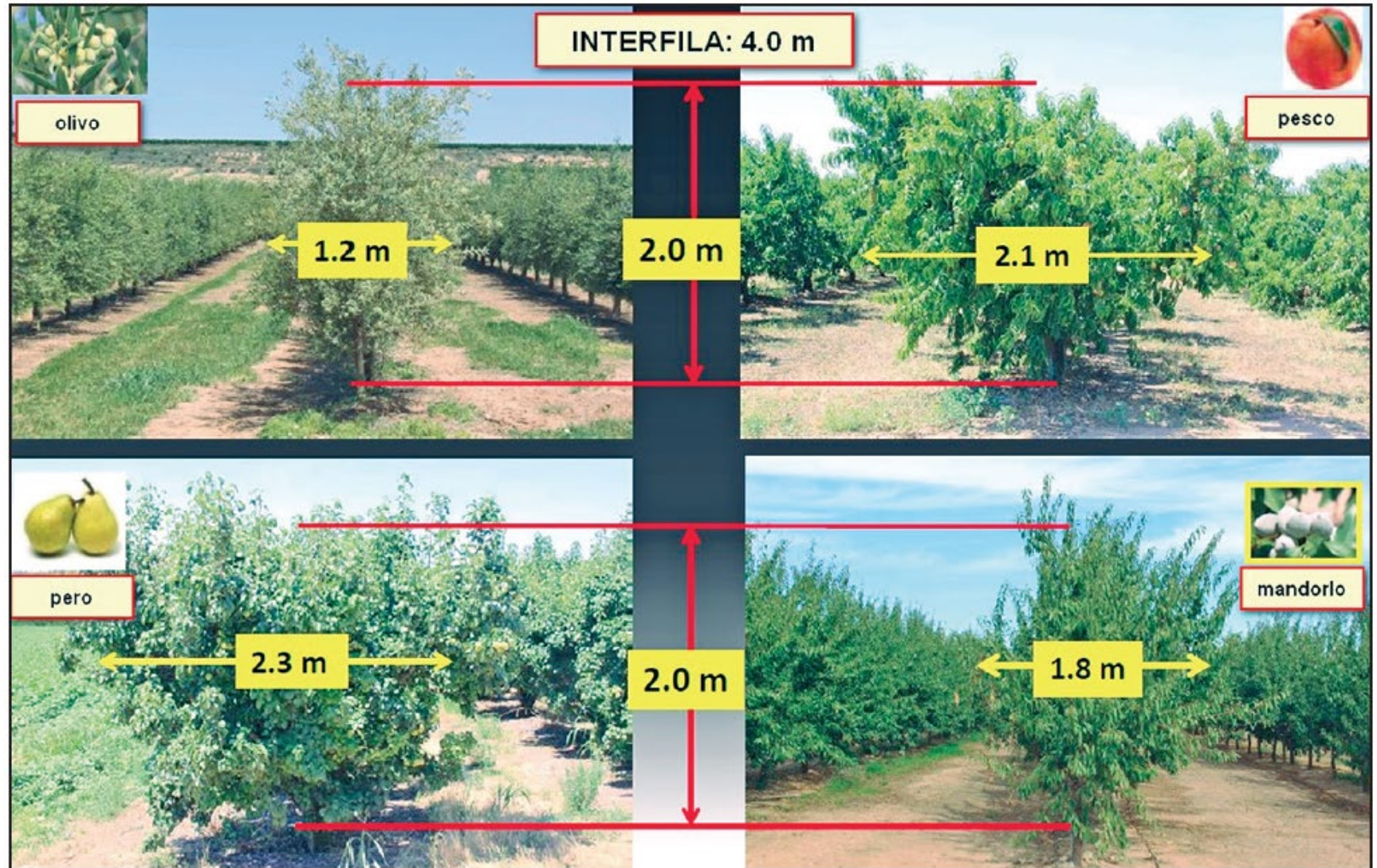
0,015 – 0,04 l/m² LWA
150 – 400 l/ha per 10.000 m² LWA

- Indicato per colture con spessore della chioma limitato
- Va bene per colture a spalliera stretta
- Adattabile anche a forme di allevamento a pergola o tendone
- Necessaria correzione per tener conto di spessore e densità della parete fogliare

Applicazione del LWA: quale indice di volume

Anche a parità di interfila e sviluppo in altezza, la superficie fogliare da trattare risulta estremamente differente tra le diverse colture, sia per lo spessore della chioma, sia per la densità degli strati fogliari.

L'indice di volume da applicare andrà scelto di conseguenza.



Ci sono i presupposti tecnici per ridurre le dosi?

Evoluzione delle macchine e delle tecniche di distribuzione dei prodotti fitosanitari



1952

Evidente miglioramento dell'efficienza distributiva delle macchine irroratrici: di conseguenza, è aumentata la frazione della miscela nebulizzata che arriva a bersaglio. Minore dispersione, a parità di dose distribuita, significa più sostanza attiva sulla pianta.

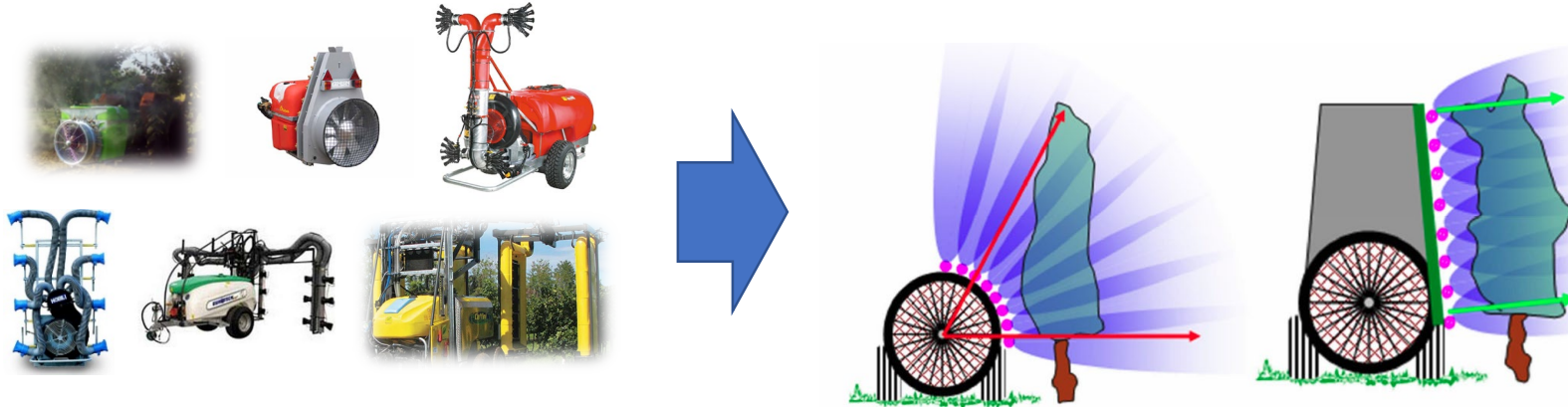


1980



2020

Ci sono i presupposti tecnici per ridurre le dosi?



La possibilità di regolare la direzione dei flussi d'aria è fondamentale per l'irrorazione mirata e adattata al bersaglio. Questo dipende completamente dalla conformazione dell'apparato di distribuzione.



Tecnologie per la distribuzione a dosi adattate: irroratrici a recupero

- 😊 Recupero medio del 40% della miscela distribuita, fino all'80% nelle prime fasi vegetative
- 😊 Possibilità di trattare più filari
- 😊 Abbattimento della deriva (95 – 99%)
- 😊 Possibile riduzione al minimo delle fasce di rispetto
- 😞 Necessari appezzamenti regolari
- 😞 Necessità di appositi sistemi di livellamento per l'uso in pendenza trasversale, che risulta comunque molto limitato
- 😞 Non adatto per forme di allevamento diverse dalla spalliera o molto sviluppate
- 😞 Costi elevati



Tecnologie per la distribuzione a dosi adattate: irroratrici a recupero

Polverizzazione idraulica o pneumatica

Dinamica dell'aria nel tunnel:

- circolazione di un flusso che attraversa il filare, movimentata le foglie e viene ricircolato in modo da attraversare nuovamente il filare; viene realizzata mediante ventilatori inseriti nella struttura dei pannelli
- generazione di lame d'aria orizzontali e verticali, prodotte da un unico ventilatore, finalizzate al contenimento delle gocce entro il tunnel



Tecnologie per la distribuzione a dosi adattate: irroratrici a recupero

Vantaggi

- Autoregolazione del volume distribuito in relazione alla densità fogliare della chioma
 - notevole risparmio di prodotto fitosanitario grazie alla quota che viene recuperata nei primi trattamenti, quando la vegetazione è scarsa.
- Impiego efficiente di bassi volumi
 - minor deriva e perdite a terra rispetto alle attrezzature tradizionali grazie alla vicinanza dei getti alla vegetazione
 - microambiente saturo di umidità che si viene a creare all'interno del tunnel che permette alle gocce più piccole di raggiungere il bersaglio senza che vi sia evaporazione
- Quantità di prodotto recuperato stimabile intorno al 40% sul totale con punte di oltre l'85% nei primi trattamenti

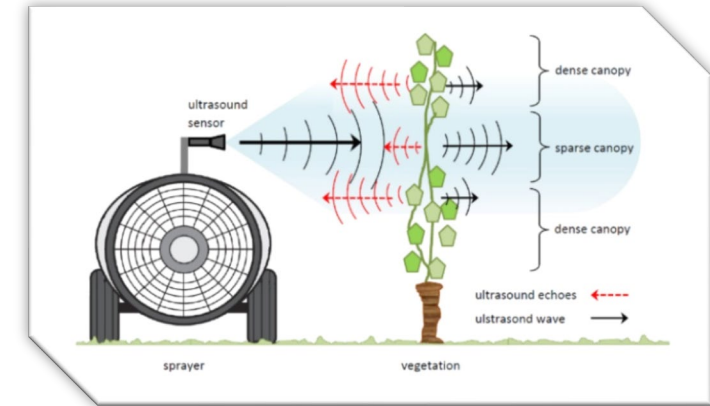
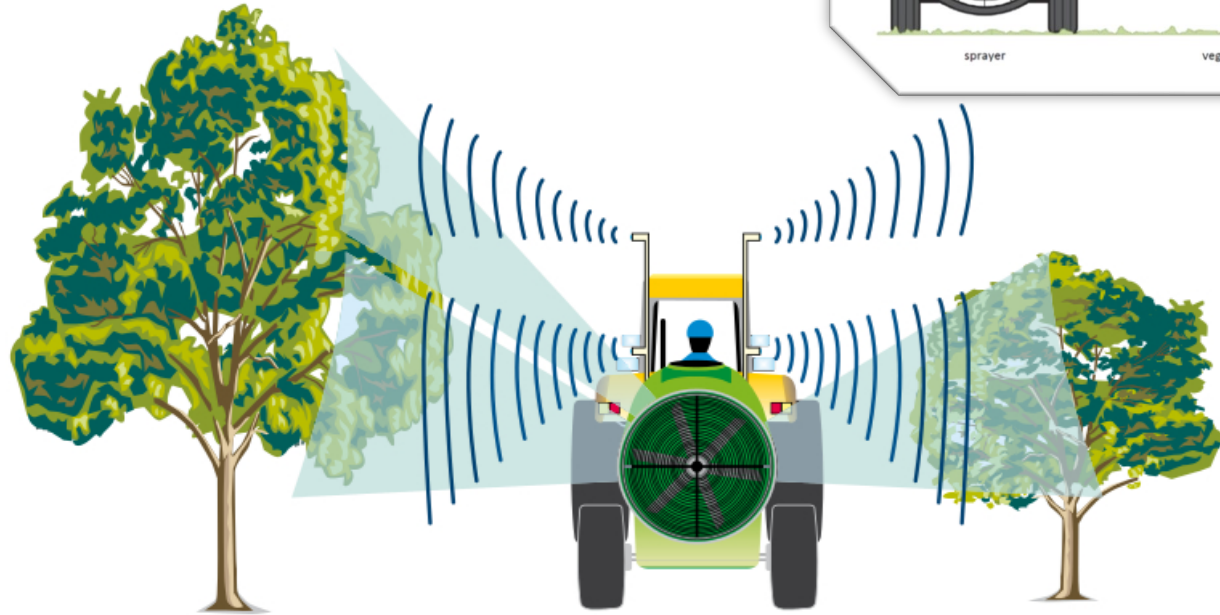
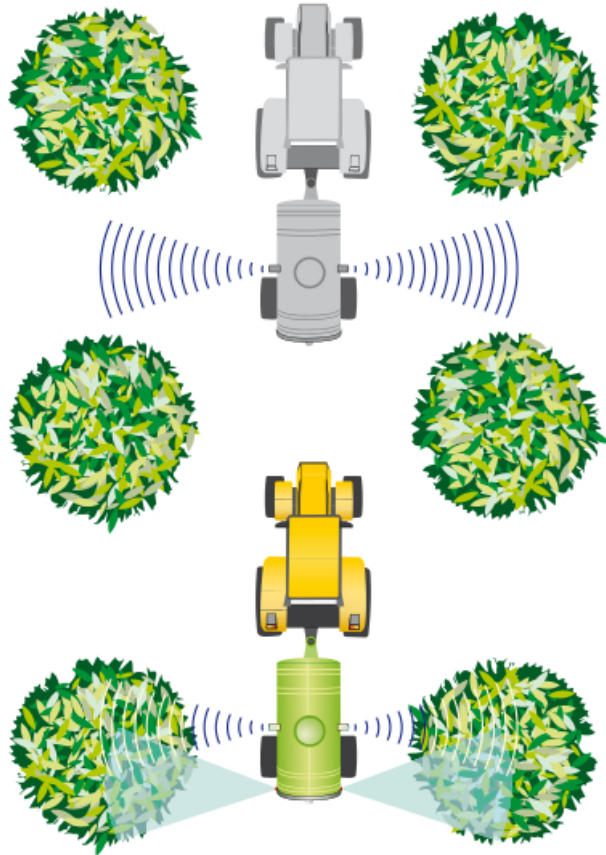
Tecnologie per la distribuzione a dosi adattate: irroratrici a recupero

Considerazioni operative e criticità

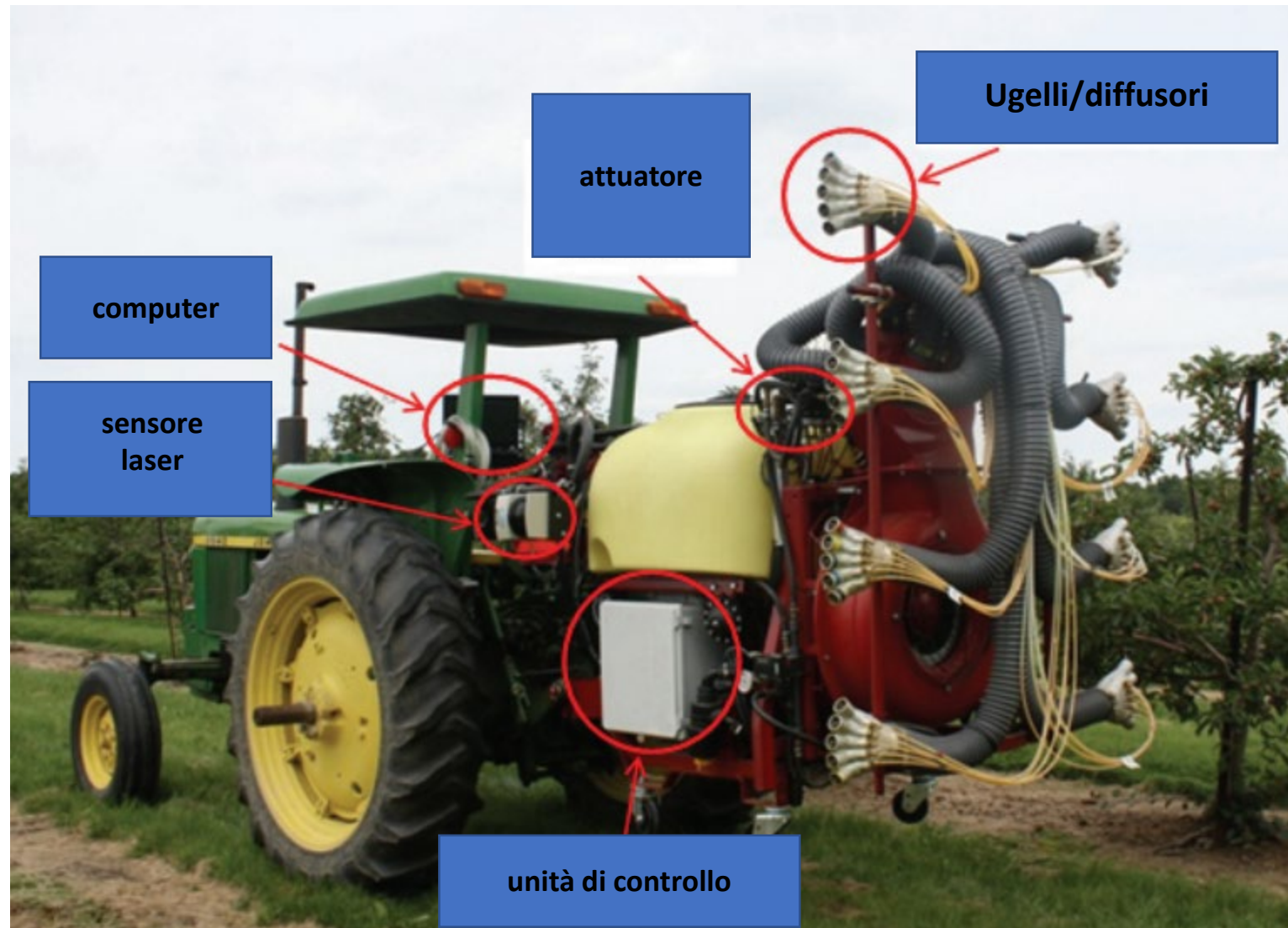
- Uso in collina
- Manovrabilità problematica (pali, tiranti, voltate....)
- Impossibilità di stabilire a priori la quantità esatta di miscela con cui rifornire il serbatoio (recupero imprevedibile)
- Filtrazione della miscela recuperata: meglio evitare serbatoi troppo grandi
- Importante la corretta gestione del posizionamento dei pannelli: anche il tunnel è un atomizzatore, quindi il movimento dell'aria all'interno del tunnel deve essere sufficiente a muovere la vegetazione per consentire il deposito all'interno senza determinare impaccamento degli strati fogliari
- Non utilizzare più ugelli di quanti ne servono in funzione dell'altezza della parete vegetale: meno si recupera, meglio è



Tecnologie a distribuzione variabile «smart»

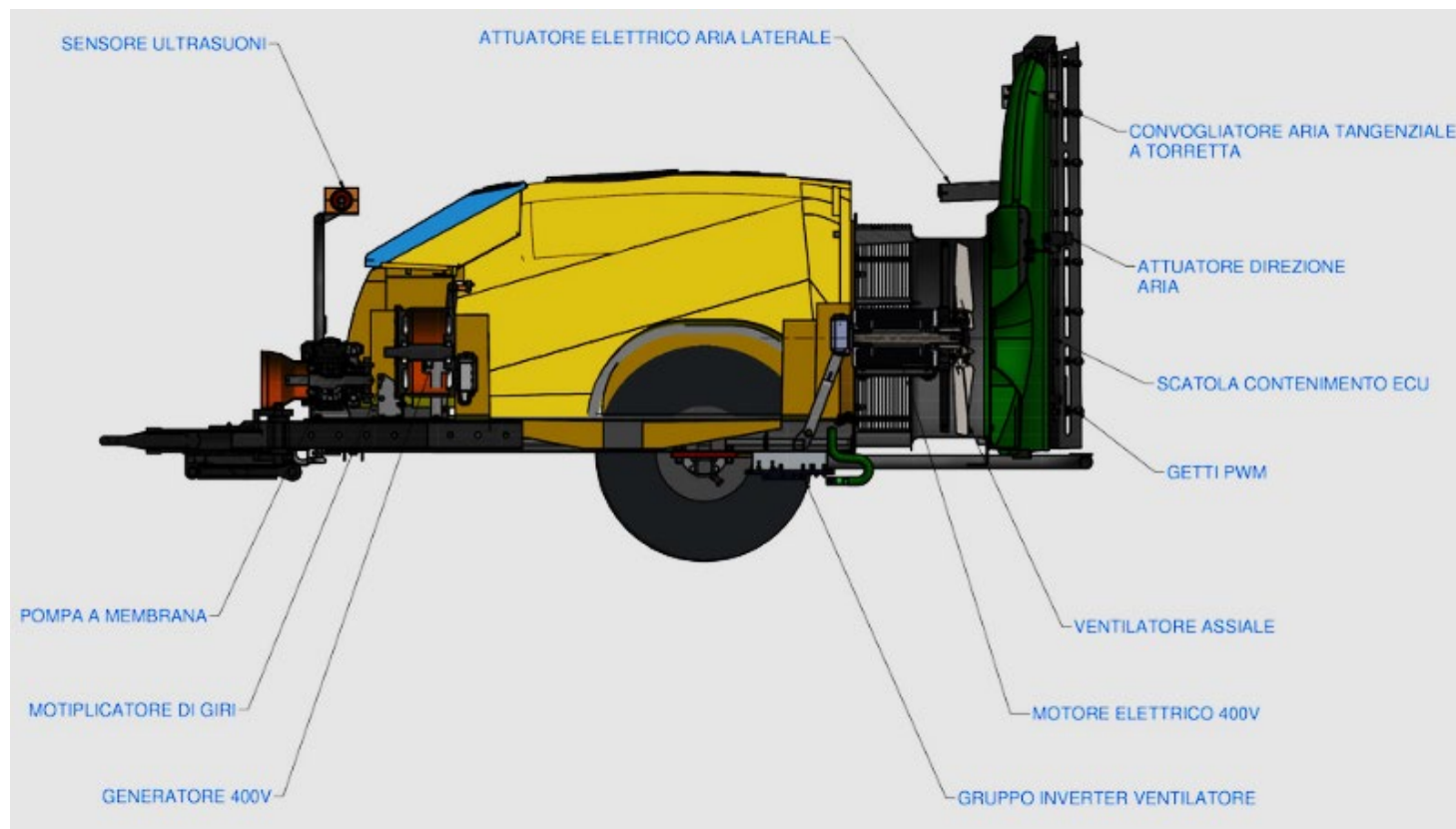


Tecnologie a distribuzione variabile «smart»



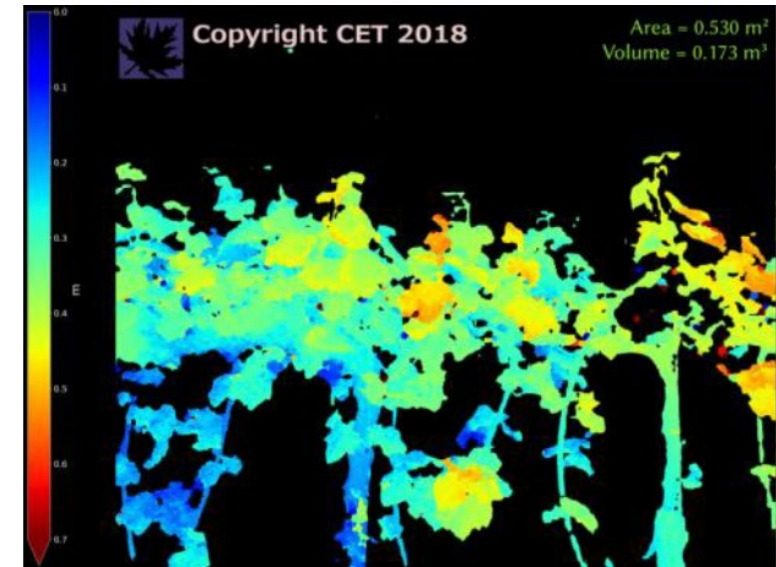
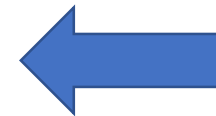
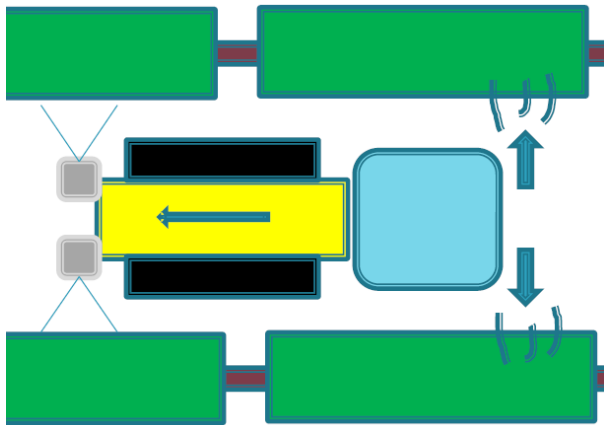
Tecnologie a distribuzione variabile

Irroratrice con sensori a ultrasuoni e regolazione della portata di miscela e aria in tempo reale (commerciale)



Tecnologie a distribuzione variabile

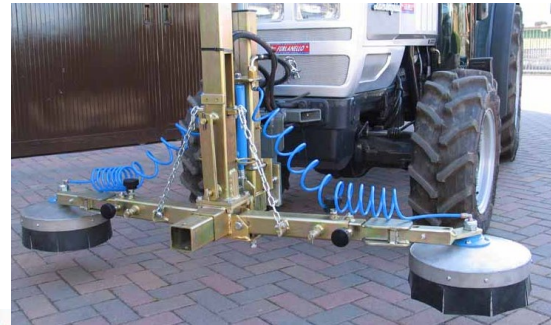
irroratrice autonoma a volume variabile con sistemi ottici di visione della chioma (prototipo)



...e sulle colture erbacee?

Localizzazione

- Distribuzione a bande su colture seminate a righe → circa un terzo della superficie
- Distribuzione di PF sottochioma
- Distribuzione mirata di erbicidi con individuazione delle infestanti tramite sensori (spot spraying)
- Tecnologie di agricoltura di precisione (mappe di prescrizione e controllo sezioni di barra fino al singolo ugello mediante geolocalizzazione con GPS-RTK)



Problema: come si applica l'adeguamento della dose?

Presupposti fondamentali per la distribuzione a dose adattata alla coltura:

- Irroratrice tecnologicamente idonea, controllata e correttamente regolata
- Conoscenza dei parametri agronomici del trattamento:
 - Scelta della corretta concentrazione del PF
 - Individuazione del volume di miscela ottimale (es: LWA)

.....ma l'etichetta del PF ci consente sempre di applicare la dose adeguata?

Rispetto dell'etichetta

- A volte le prescrizioni indicate in etichetta sono chiare e lasciano una certa libertà di azione per effettuare la regolazione secondo i parametri voluti...

CAMPI, DOSI E MODALITA' D'IMPIEGO

Si raccomanda lo scrupoloso rispetto di: dosi, intervallo tra i trattamenti e numero massimo di trattamenti all'anno (vedasi tabella).

Coltura	Malattia	Volume d'acqua di riferimento L/ha	Dose g/hL	Dose kg/ha	Intervallo tra i trattamenti (giorni)	Numero massimo di trattamenti all'anno
Vite (Uva da vino e da tavola)	Peronospora (<i>Plasmopara viticola</i>)	Fino a 1000	-	1,5-2	7	3
	Marciume nero della vite o Black-rot (<i>Guignardia bidwellii</i>)	Da 1000 a 1300	150-200	1,5-2,6	7	
	Escoriosi (<i>Phomopsis viticola</i>)	300 -500	300	0,9 -1,5	7	

Volume hl/ha	Concentrazione g/hl	Dose g/ha
4,00	400	1600
5,00	100	500
6,00	75	450

VITE: contro Peronospora (*Plasmopara viticola*): 0,4-0,5 l/ha con trattamenti a turni fissi ogni 10-12 giorni, in miscela con prodotti antiperonosporici di copertura. Non eseguire più di 4 trattamenti all'anno, e non oltre tre trattamenti consecutivi. Dose consigliata di acqua 2 - 10 hl/ha.

POMODORO (pieno campo): Contro Peronospora (*Phytophthora infestans*): intervenire alla dose di 0,4-0,5 l/ha iniziando gli interventi dalla prima pioggia infettante, a cadenza di 8-10 giorni, in miscela con prodotti antiperonosporici di copertura. Non eseguire più di 4 trattamenti all'anno, e non oltre tre trattamenti consecutivi. Dose consigliata di acqua 5 - 10 hl/ha.

...altre volte un po' meno...

DOSI E MODALITÀ D'IMPIEGO

VITE: PERONOSPORA

Malattie	Dosi/hl	Dosi/ha	Applicazione
Peronospora (<i>Plasmopara viticola</i>)	50 g/hl	0.5 Kg/ha	Massimo di 3 applicazioni ad intervallo di 8-12 giorni

Adottare quantitativi d'acqua adeguati ad una completa ed omogenea bagnatura della vegetazione trattata, evitando lo sgocciolamento. Le dosi/hl sono valide in caso di utilizzo di un volume di acqua di 1000 litri/ha. Nel caso di utilizzo di volumi di impiego più bassi (es. bassi volumi), fare riferimento alla dose/ha, utilizzando un volume di acqua non inferiore a 150 l/ha.

Coltura		Dose di impiego	
		ml/hl	ml/ha
Vite da vino/ Vite da tavola	Campo	55-65	550-650

DOSI ED EPOCA DI IMPIEGO

VITE: per il controllo della Peronospora (*Plasmopara viticola*) applicare 70 g/hl di CURZATE disciolto in 300-1200 litri di acqua per un dosaggio massimo pari a 840 g/ha. Effettuare un massimo di 4 applicazioni per anno ad un intervallo di 7 giorni.

MODALITA' D'IMPIEGO

Coltura	Malattia	Dose g/hl	Dose kg/ha	Intervallo tra i trattam. (giorni)	Numero massimo di trattamenti all'anno
Vite	Peronospora (<i>Plasmopara viticola</i>)	40-50	0,4-0,5	8 - 12	3
Garofano, gerbera	Marciume basale (<i>Phytophthora</i> spp.)	50-60	-	10 - 12	3

Impiegare volumi di soluzione che consentano una completa ed omogenea bagnatura, evitando lo sgocciolamento della vegetazione.

	Volume hl/ha	Concentrazione g/hl	Dose g/ha
1	10,00	50	500
2	8,00	50	400
3	8,40	65	550
4	5,00	70	350
5	8,90	450	4000

CAMPI, DOSI E MODALITÀ D'IMPIEGO

Vite: contro peronospora (*Plasmopara viticola*) è consigliabile intervenire preferibilmente in modo preventivo. Impiegare il prodotto alla dose di 450 mL/hL (4,0 - 4,5 L/ha). Intervallo tra le applicazioni: 7-10 giorni. Il prodotto

Grazie per l'attenzione!