

Il diserbo del grano

Sommario

1. Caratteristiche generali Frumento

- ANATOMIA
- FASI FENOLOGICHE DEL FRUMENTO
- ESIGENZE AMBIENTALI

2. Le basi della produzione

- LA GESTIONE AGRONOMICA
- MIGLIORAMENTO GENETICO
- DEFINIZIONE DELLE CARATTERISTICHE DELLA QUALITA' DEL FRUMENTO

FRUMENTO

FOGLIE:

L'angolo che la lamina forma con il culmo è influenzato dalle dimensioni della ligula.

Foglie verticali = maggiore efficienza fotosintetica della pianta.

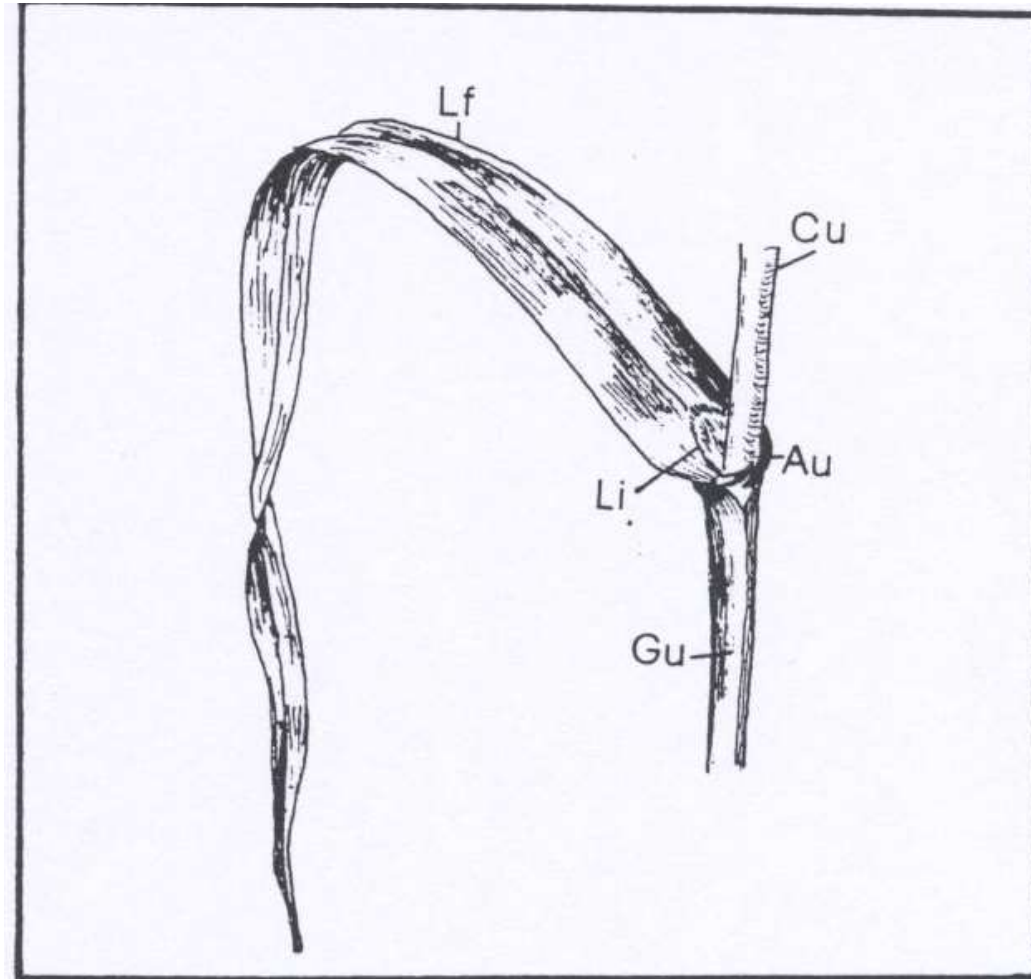
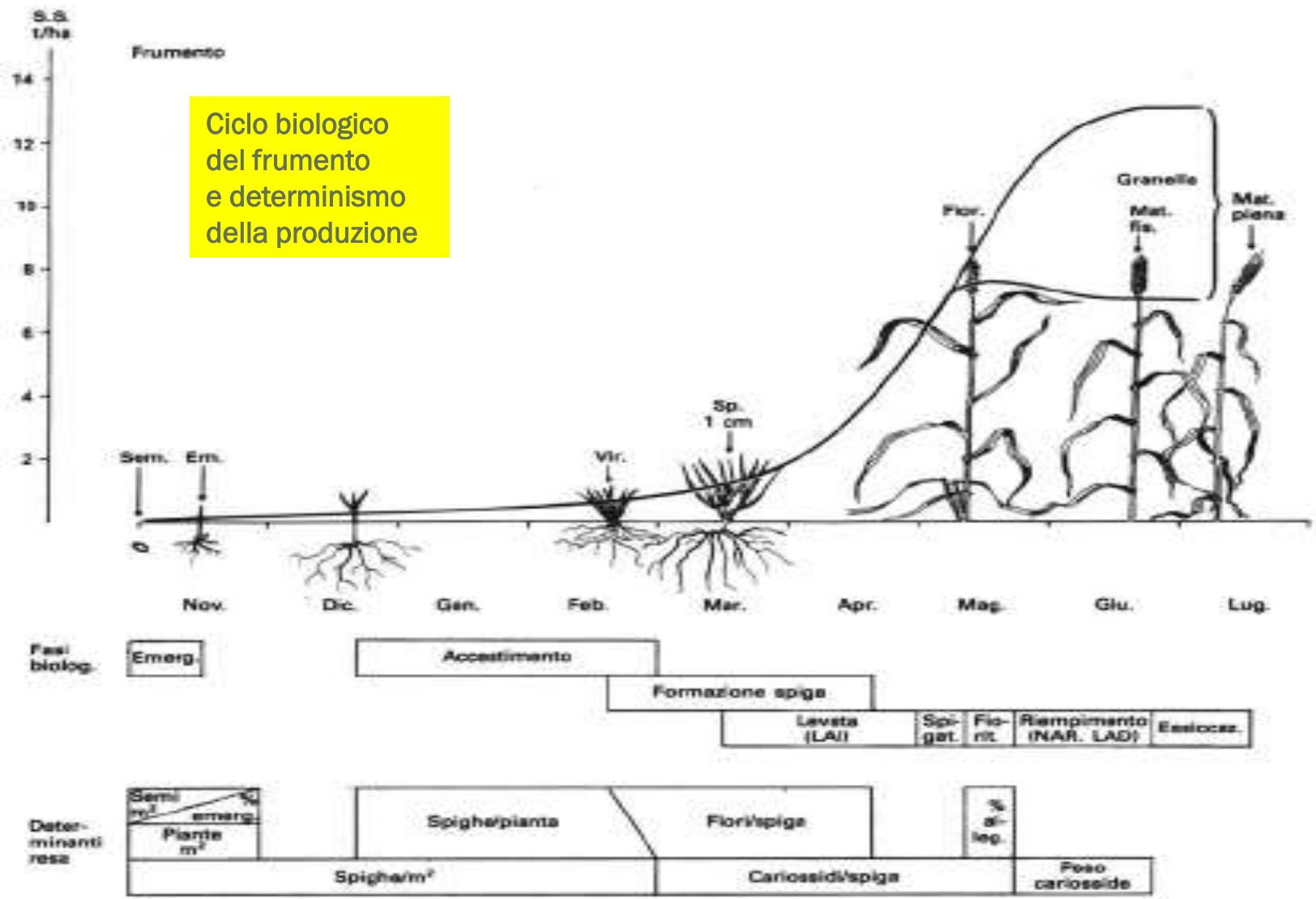


Fig. 13 - Organi che formano la foglia - Au = Auricole; Li = Ligula; Lf = Lamina fogliare; Gu = Guaina (Cu = Culmo).

FRUMENTO



La gestione agronomica

Rotazione

Preparazione del letto di semina

Scelta varietale

- Concia del seme
- Dose di semina

Concimazione (organica, minerale, mista)

- **Dose da distribuire**
- **Epoca di distribuzione**
- **Tipo di concime**
- **Modalità di distribuzione**

Controllo delle infestanti

TECNICA DI COLTIVAZIONE

AVVICENDAMENTO CULTURALE

Coltura depauperante trae vantaggi dall'avvicendamento con altre specie

Ringrano o ristoppio, ritorno del frumento sullo stesso terreno, calo di produzione, proliferazione delle infestanti e di malattie .

In successione a colture da rinnovo si hanno buone produzioni per la capacità di sfruttare la fertilità residua.

In successione al maggese in zone aride o semi-aride trova il terreno pulito da malerbe e con buona disponibilità nutritiva per mineralizzazione della s.o.

SCELTA VARIETALE

Va effettuata in funzione delle esigenze ambientali (resistenza al freddo, alte temperature, siccità, stretta) del tipo di terreno, delle condizioni fitosanitarie e della qualità del prodotto che si vuole ottenere.

TECNICA DI COLTIVAZIONE

PREPARAZIONE LETTO DI SEMINA

Lavorazioni ed idonee sistemazioni per evitare ristagno ed erosione
lavorazione ordinaria aratura o ripuntatura profonda 20-25 cm al Nord e 25-30 cm al Sud per terreni argillosi o limosi. La lavorazione va eseguita in estate anche per facilitare la nascita delle infestanti.

Non lavorazione

lavorazioni complementari o ripasso con estirpatori, frangizolle, frese, erpice a dischi, erpice a denti.

TECNICA DI COLTIVAZIONE

Non lavorato- Minima lavorazione o Lavorazione???????

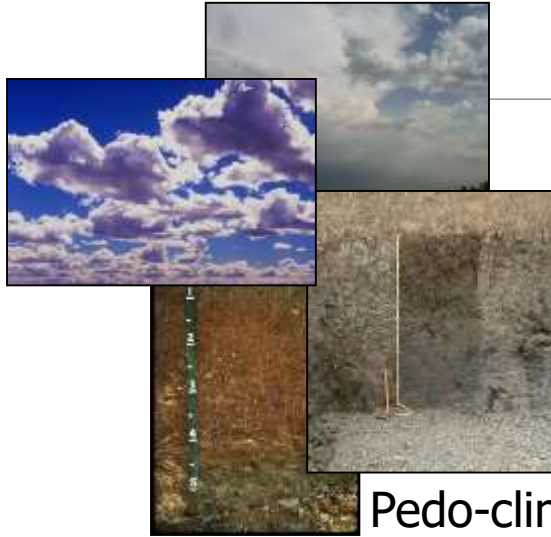
Non Lavorazione- Minima Lavorazione :

- Vantaggi : ridotto uso di mezzi meccanici, riduzione di emissione do CO² e quindi miglioramento sostanza organica terreno , minore perdita di umidità.- in zone collinari minor rischio di erosione
- Svantaggi : Uso di macchine complesse e lavoro in asciutto, aumento delle patologie – aumento(per i primi anni infestanti) con conseguente aumento rischio resistenza.

Lavorato :

- Vantaggi : possibilità di intervenire anche in condizioni limite, eliminazione paglia e stocchi- riduzione rischio malattie e infestanti.
- Svantaggi : Uso mezzi con destrutturazione terreno e costipamento, aumento emissione CO², rischio erosione zone declivi .

I fattori che agiscono sulla qualità



Scelta varietale



TECNICA DI COLTIVAZIONE

LOTTA ALLE INFESTANTI

In Italia il calo della resa dovuto alle erbe infestanti in colture non diserbate è compreso tra il 20 e 80%

La composizione e la diffusione della flora infestante dipende da fattori ambientali e colturali (in primis avvicendamento)

Mezzi di lotta

Mezzi di lotta preventivi (molto importanti)

Mezzi meccanici (poco diffusi)

Mezzi chimici presuppongono un'ottima conoscenza della flora infestante

Infestanti del grano e diserbo: teoria e pratica

Sommario

1. Le infestanti e la loro valutazione
 - Cosa sono le infestanti?
 - Il potenziale di danno delle infestanti
 - La soglia di infestazione
 - Il conto economico del controllo delle infestanti

2. La distribuzione dei diserbanti
 - Basi teoriche
 - Le interazioni erbicida/foglia
 - Le condizioni ambientali

Infestante :Definizione

Nessuna pianta è infestante

il concetto di infestante è relativo non assoluto

- pianta che cresce dove non è desiderata
- ...pianta che interferisce con gli obiettivi dell'uomo
- piante adattate ad ambienti antropizzati dove interferiscono con l'attività, la salute ed i desideri dell'uomo (Holzner 1978; Fryer 1979)
- piante che con la loro presenza tra le colture diminuiscono il prodotto o il valore commerciale
- Si considerano infestanti solo le piante superiori tutte autotrofe, con l'eccezione di piante "parassite" quali: cuscuta e orobanche

Le infestanti competono con la coltura per le risorse :



E' SOLO PER QUESTO ??????????

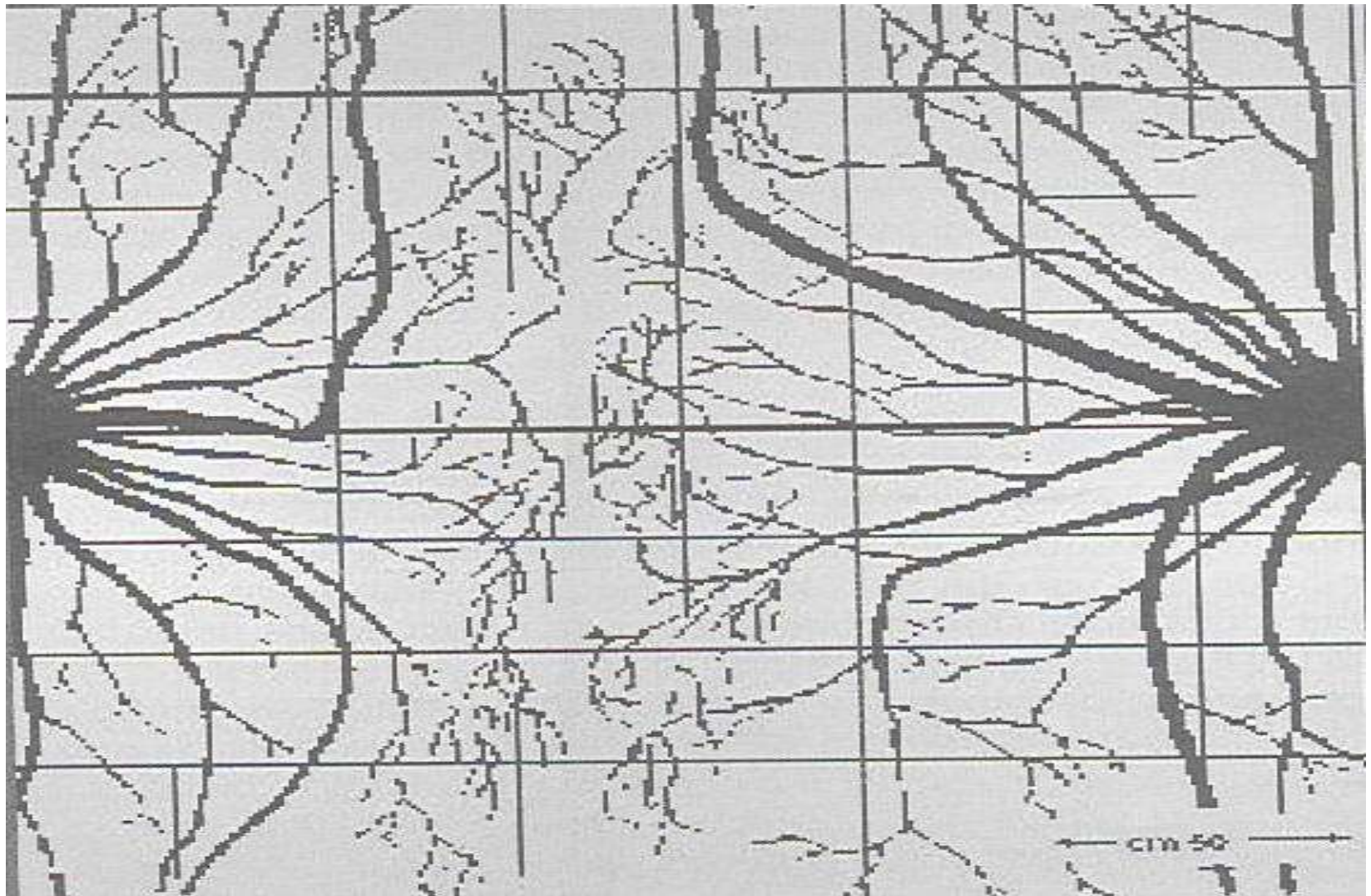
Cosa è una infestante?

Le infestanti sono piante che crescono nel posto sbagliato e nel momento sbagliato e che causano più danni che benefici.

- La conseguenza principale della loro crescita è la riduzione delle rese e del profitto dovuta a:



- **Competizione** per le risorse disponibili (acqua, luce, nutrienti, spazio)
- **Allelopatia** : emissione sostanze inibenti
- Intralcio alla raccolta
- Ricarica della banca del seme
- Contaminazione del raccolto con semi di specie non desiderate
- Possono ospitare vettori di malattie e parassiti



DA Zucconi Declino del suolo

Plinio (I° secolo d.C.) nella “*Naturalis Historia*”, riferiva di numerosi esempi di apparenti interazioni allelopatiche.

Le piante come ceci e orzo causavano l’inaridimento dei campi di grano

Allelopatia :

Allelon “di ogni altro” e pathos “soffrire” che letteralmente significa “effetto nocivo di uno su un altro”.

Nel 1979 Rice definì come *sostanza allelopatica* o *allelochimica* (SAL) una sostanza chimica non nutrizionale prodotta dal metabolismo secondario di un organismo e che agisce sulla crescita, salute, funzionamento e popolazione biologica di altre specie

Rice (1984) identifica meglio l’*allelopatia* nel suo trattato “*Allelopathy*”

Gli effetti sia diretti che indiretti, benefici o dannosi di una pianta (compresi i microrganismi) su un’altra, attraverso la produzione di composti chimici, che vengono liberati nell’ambiente

Allelopatia

Gli effetti negativi possono essere diretti (allelopatia vera) od indiretti (allelopatia funzionale)

Allelopatia diretta (vera) L'azione negativa è dovuta al rilascio di sostanze già attive nella forma in cui sono prodotte e rilasciate dalla pianta donatrice (fitoinibitine: prodotte da piante superiori)

Le azioni dirette includono gli effetti degli allelochimici sulla crescita e sul metabolismo delle piante

Allelopatia indiretta (funzionale) L'azione negativa è mediata o dai microrganismi presenti nel terreno in grado di decomporre la pianta donatrice o da enzimi che trasformano in SAL delle sostanze (pre-allelopatiche) presenti nella pianta donatrice in fase di distruzione (saproinibitine)

Allelopatia

Le azioni indirette includono gli effetti dovuti

All'alterazione delle proprietà del suolo, il suo stato nutrizionale, l'alterazione della popolazione e/o dell'attività di organismi benefici o nocivi come microrganismi, insetti, nematodi

- **Se l'azione allelopatica è prodotta da una pianta infestante ed influisce negativamente su di una coltura si ha un danno su quest'ultima**
- **Se l'azione allelopatica è prodotta da una coltura e si scarica sulla medesima (stanchezza del terreno)**

Allelopatia

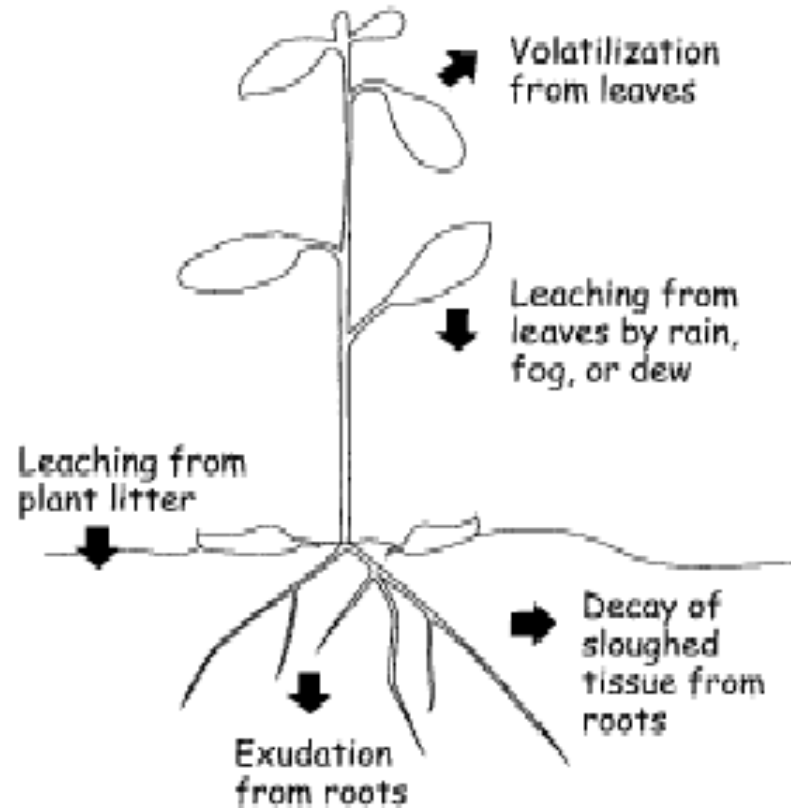
L'emissione di SAL

può avvenire ad opera:

- delle foglie
- delle radici
- dei residui vegetali in decomposizione

Allelopatia

Modalità di rilascio delle SAL



1. Routes of entry of allelopathic chemicals from plants into the rhizosphere (reproduced with the kind permission of American Chemical Society).

- Piante infestanti frequenti in Italia nelle quali è stata individuata la proprietà di emettere sostanze allelopatiche e colture ad esse sensibili (Putnam, 1985).

Erba infestante

Coltura sensibile

<i>Abutilon theophrasti</i>	soia ed altre
<i>Agropyron repens</i>	diverse
<i>Agrostemma githago</i>	frumento
<i>Allium vineale</i>	avena
<i>Ambrosia artemisifolia</i>	diverse
<i>Ambrosia trifida</i>	pisello, frumento
<i>Artemisia absinthium</i>	diverse
<i>Artemisia vulgaris</i>	cetriolo
<i>Avena fatua</i>	diverse
<i>Brassica spp.</i>	diverse
<i>Camelina sativa</i>	lino
<i>Chenopodium album</i>	cetriolo, avena, mais
<i>Cirsium arvense</i>	diverse
<i>Cyperus esculentus</i>	mais
<i>Cyperus rotundus</i>	sorgo, soia
<i>Erica scoparia</i>	trifoglio violetto
<i>Holcus mollis</i>	orzo
<i>Lolium multiflorum</i>	avena, lattuga, trifoglio
<i>Matricaria inodora</i>	orzo
<i>Poa spp.</i>	pomodoro
<i>Polygonum persicaria</i>	patata, lino
<i>Portulaca oleracea</i>	pisello, frumento
<i>Rumex crispus</i>	mais, sorgo
<i>Salsola kali</i>	diverse
<i>Setaria spp.</i>	mais
<i>Solidago spp.</i>	diverse
<i>Sorghum halepense</i>	diverse
<i>Stellaria media</i>	orzo

Effects of diluted extracts of durum wheat (var. 'Karim') on germination (%) and radicle growth (cm) of barley and bread wheat

	Barley var. 'Manel'		Bread wheat var. 'Ariana'	
	Germination	Radicle length	Germination	Radicle length
Control	24.50 ab	4.84 a	23.50 a	5.33 ab
Root extract	25.00 a	3.62 b	24.75 a	4.92 b
Leaf extract	24.25 b	2.79 c	21.50 b	1.88 c
Stem extract	25.00 a	4.85 a	24.00 a	5.56 a
LSD (5%)	0.59	0.65	1.82	0.59

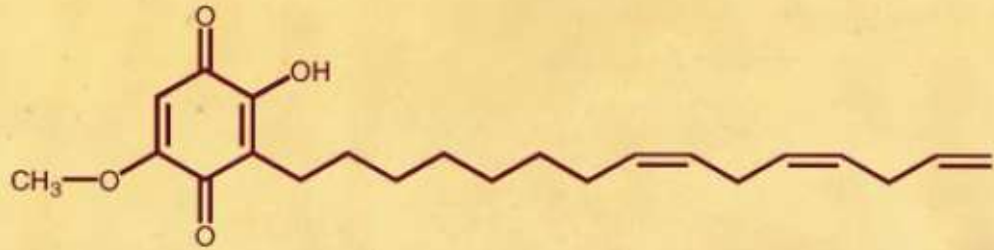
Means within a column followed by different letters are significantly different according to Fisher's protected least significant difference (LSD) ($P < 0.05$).

Effects of diluted extracts of durum wheat (var. 'Om rabii') on germination (%) and radicle growth (cm) of barley and bread wheat

	Barley var. 'Manel'		Bread wheat var. 'Ariana'	
	Germination	Radicle length	Germination	Radicle length
Control	24.50 a	5.20 a	24.75 a	5.63 a
Root extract	24.75 a	3.44 b	22.75 a	3.73 b
Leaf extract	24.75 a	1.76 c	17.00 b	1.21 c
Stem extract	24.75 a	3.13 b	23.00 a	3.45 b
LSD (5%)	0.80	0.58	4.25	0.55

Means within a column followed by different letters are significantly different according to Fisher's protected least significant difference (LSD) ($P < 0.05$).

Allelopatia



Micrograph of 4-day-old *Sorghum bicolor* root hairs showing oily droplet containing sorgoleone. This natural product inhibits photosynthesis and is as potent as certain commercial herbicides.

“Competizione e allelopatia”

Interferenza

Differenza tra *allelopatia* e *competizione tra le piante* L'*allelopatia* implica la liberazione di sostanze nell'ambiente, la *competizione* si attua con una reciproca sottrazione delle risorse

Secondo *Willis* (1994) La competizione e l'*allelopatia* indubbiamente interagiscono in modo altamente sinergico

Ecco quindi l'uso del termine ***interferenza*** per indicare l'effetto globale (*allelopatia* + *competizione*) di una pianta sull'altra

Il concetto di “Potenziale di danno”

La maggior parte dei danni alla coltura è il risultato dell'interazione di due fattori:

- **Competitività** (Interferenza) dell'infestante
- Livello di popolazione o **densità** dell'infestante

Il “Potenziale di danno” delle infestanti è espresso dato da:

- Potenziale di danno = Competitività x Densità

cioè

- $PD = IC \times ID$

dove- “PD” = potenziale di danno delle infestanti

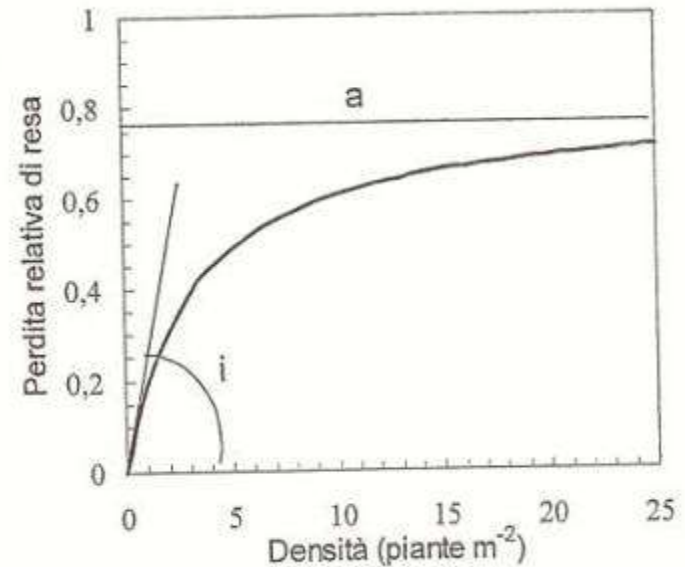
“IC” = Indice di Competizione(interferenza) delle infestanti

“ID” = Indice di Densità delle infestanti

Quantificazione della competizione

Modello basato sull'iperbole equilatera (Cousen, 1985)

$$Y = \frac{iD}{1 + \frac{iD}{a}}$$



i = indice di competitività
 a = perdita di resa massima
 D = densità infestanti

mpetizione(Interferenza)



ne varia da specie a specie e si basa principa
a e sulle sostanze allelopatiche che l'infesta
e necessarie alla crescita.

tanti del grano:



Graminacee	i
<i>Avena spp.</i>	0.013
<i>Alopecurus m.</i>	0.004
<i>Lolium spp.</i>	0.004
<i>Poa spp.</i>	0.004
<i>Phalaris spp.</i>	0.004

Dicotiledoni	i
<i>Galium aparine.</i>	0.029
<i>Matricaria spp.</i>	0.005
<i>Papaver spp.</i>	0.005
<i>Capsella b. p.</i>	0.005
<i>Veronica spp.</i>	0.005

Quantificazione della competizione(interferenza)

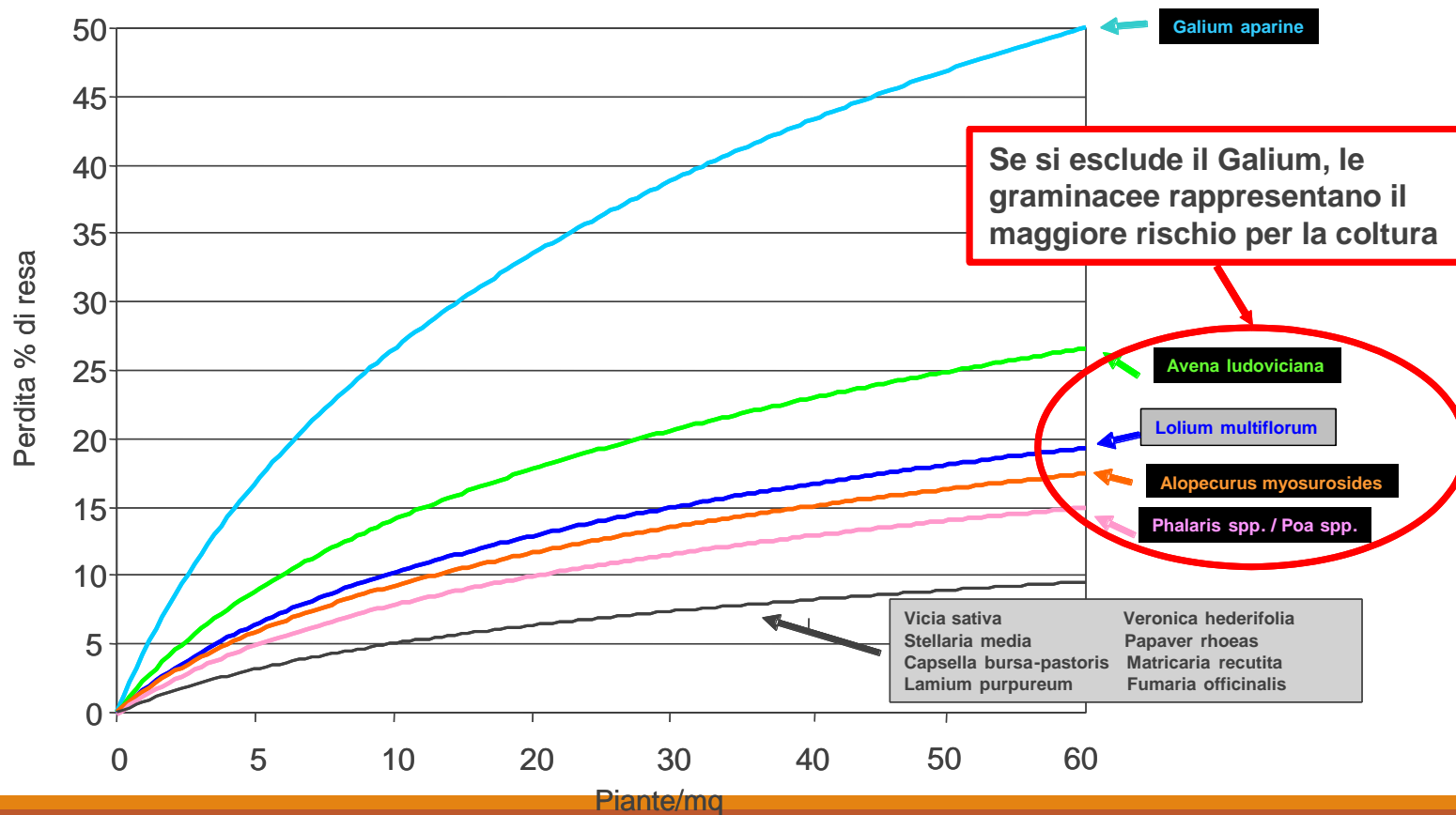
Threshold levels in France

	Direct impact Threshold level (*)	Indirect impact Number of seeds per plant
<i>Galium aparine</i>	1.8	1,100
<i>Avena sp.</i>	5.3	500
<i>Papaver rheas</i>	22	50,000
<i>Matricaria sp.</i>	22	45,000
<i>Lolium sp.</i>	25	1,500
<i>Alopecurus myosuroides</i>	26	3,000
<i>Stellaria media</i>	26	2,500
<i>Veronica persicaria</i>	26	150
<i>Veronica hederaefolia</i>	44	100
<i>Lamium sp.</i>	44	500
<i>Myosotis sp.</i>	66	2,000
<i>Viola sp.</i>	133	2,500
<i>Aphanes arvensis</i>	133	5,000

(*) number of plant per m² provoking 5% yield decrease

Source ITCF (France) May 2000.

Le più dannose infestanti dei cereali

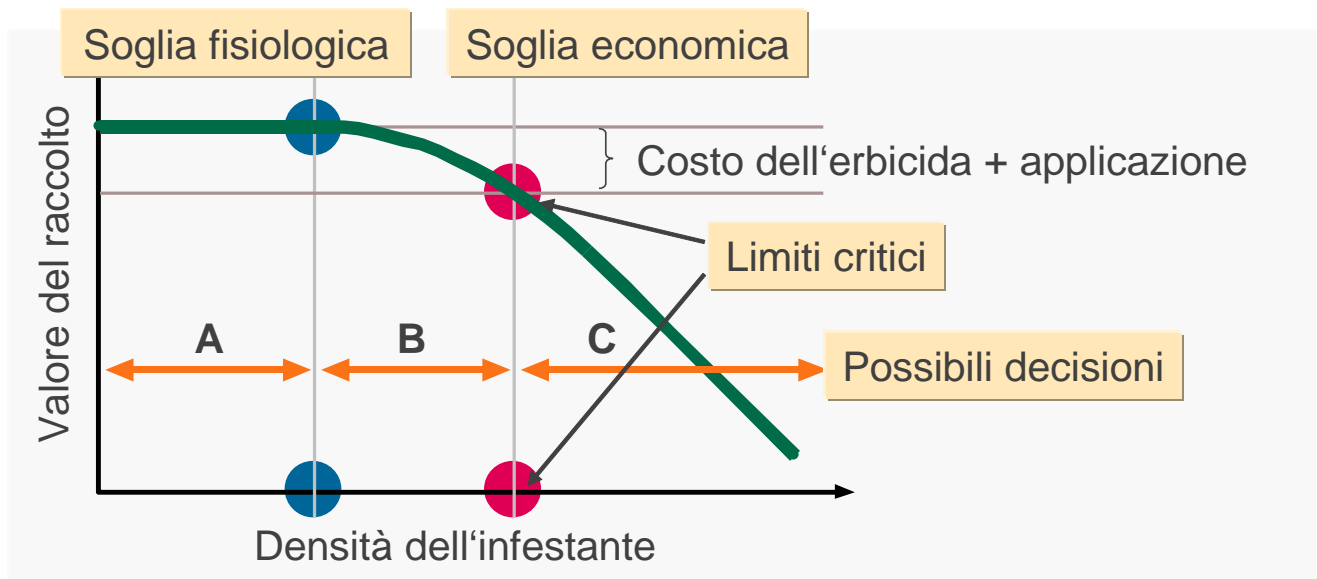


Giovanni Tancredi
FOLCLORE GARGANICO (Monte Sant'Angelo, 1850)

Papagne 'ren'a cragne,
sciuggke 'rene 'mbruggke,
vezz 'rene 'ntrezz

Il concetto di “Soglia di infestazione”

La soglia di infestazione definisce il numero di piante per metro quadrato di una singola infestante al disopra del quale c'è convenienza economica a trattare:



- A):** Bassa competizione dell'infestante. Ridotte perdite produttive. **NON TRATTARE**
- B):** Media competizione delle infestante. Il costo del trattamento potrebbe non essere ripagato
- C):** Alta competizione delle infestanti. Il costo del trattamento è ampiamente ripagato

La “Densità equivalente”

Quanto visto vale però quando si considera l'effetto di una sola infestante... Cosa praticamente mai vera!

Il valore che calcola la densità di una popolazione mista di infestanti graminacee e dicotiledoni e che consente di valutare nella pratica il rapporto costo/beneficio di un trattamento è la Densità Equivalente.

Occorre cioè valutare le caratteristiche delle diverse specie presenti e la performance complessiva dell'intervento di diserbo

Riassumendo

- **Graminacee:** avena è la più dannosa in quanto infestazioni di 10 culmi a m² possono portare ad una riduzione di produzione del 15%, seguono Falaride, alopecuros e Loglio che provocano lo stesso danno con una presenza rispettivamente di circa e 30-35 culmi m².
- **Dicotiledoni:** la più dannosa è Galium che con 10 piante m² può provocare una riduzione di produzione del 25% oltre a problemi di raccolta. Fra le dicotiledoni seguono Artemis, Sinapis e Rafano che con una presenza di circa 20 piante m² possono causare una perdita di produzione del 10%.
- Naturalmente il danno causato dipende dalla durata della competizione (periodo di presenza delle infestanti in campo), dalla competitività della coltura e dalle condizione pedo-climatiche.

Le infestanti Graminacee

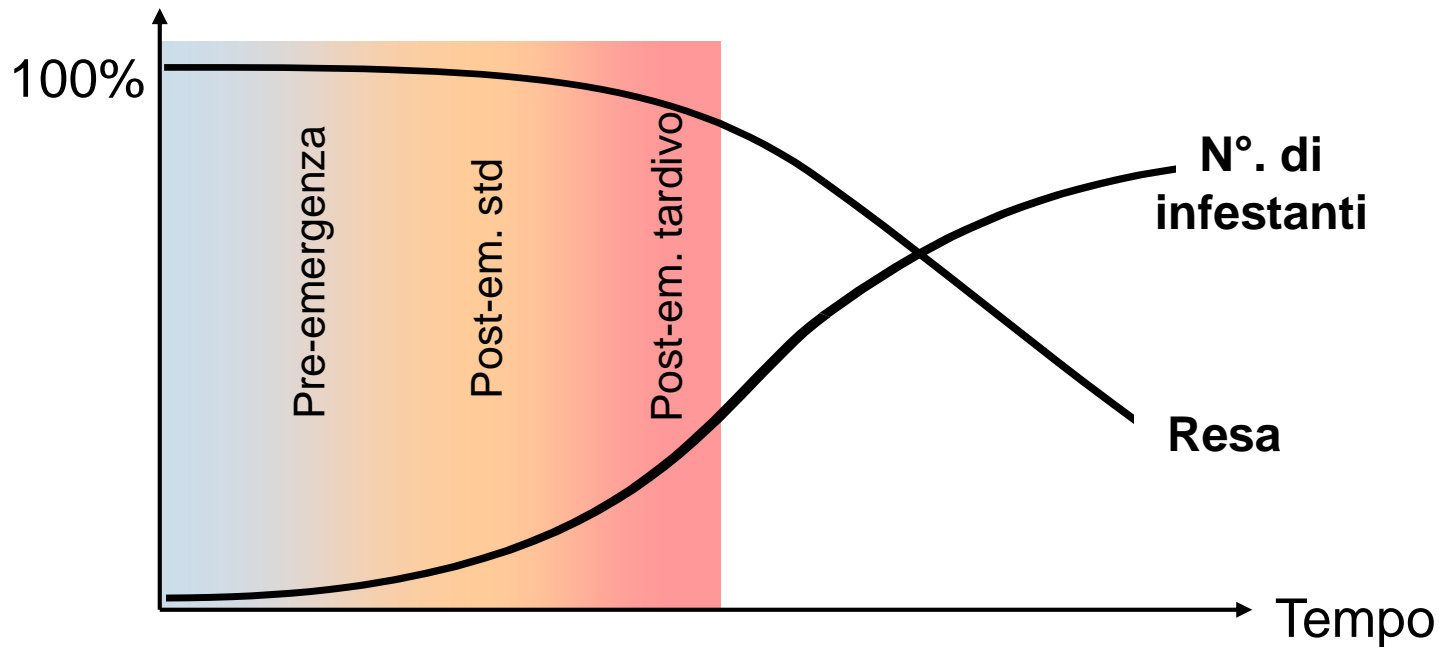
CHIAVE RICONOSCIMENTO (SEMPLICE)

domanda, ne rimangono due

diserbare **quando e come?**

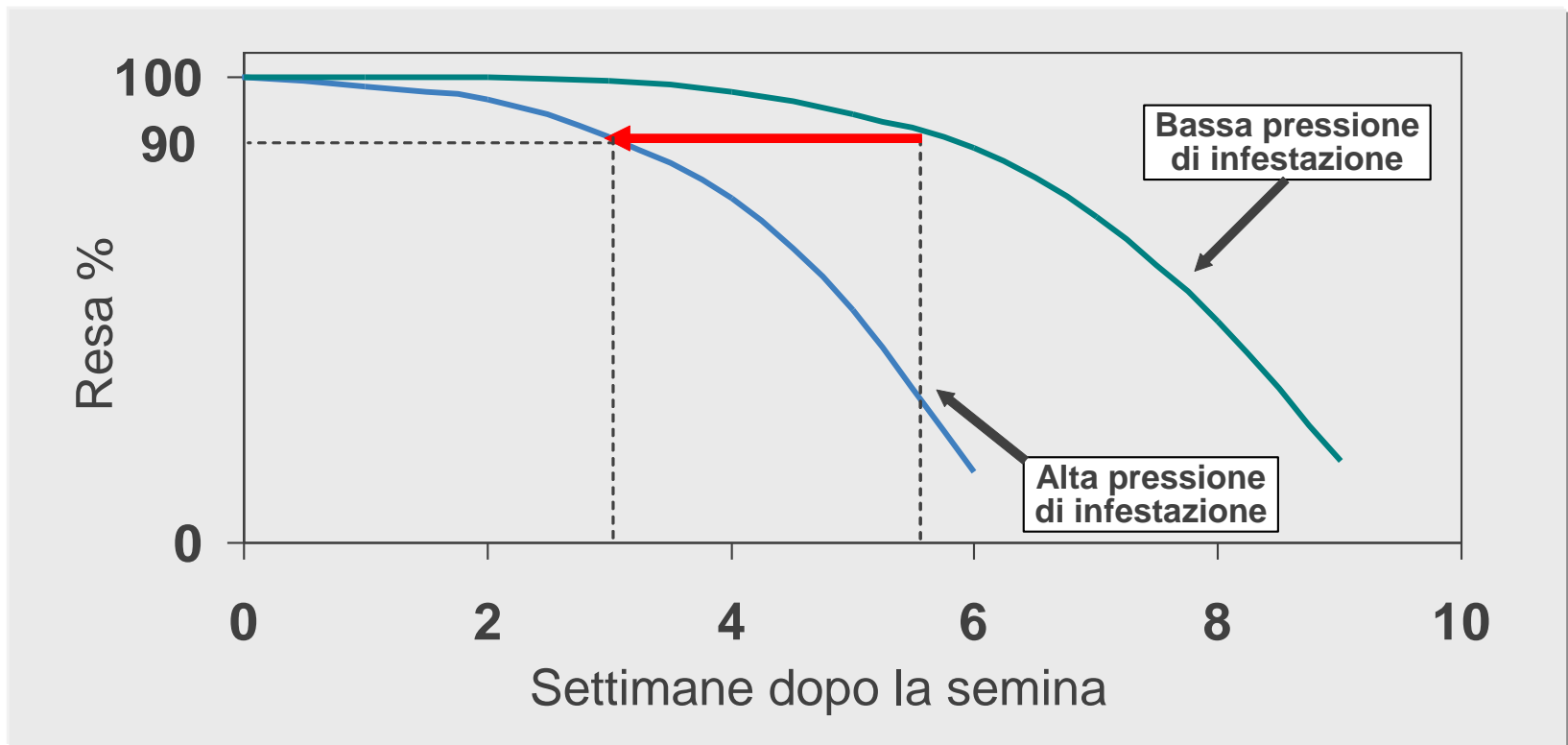
Quando diserbare

Come noto, un diserbo il più possibile anticipato è la migliore opzione in termini di difesa della produzione, il grafico spiega il perchè:

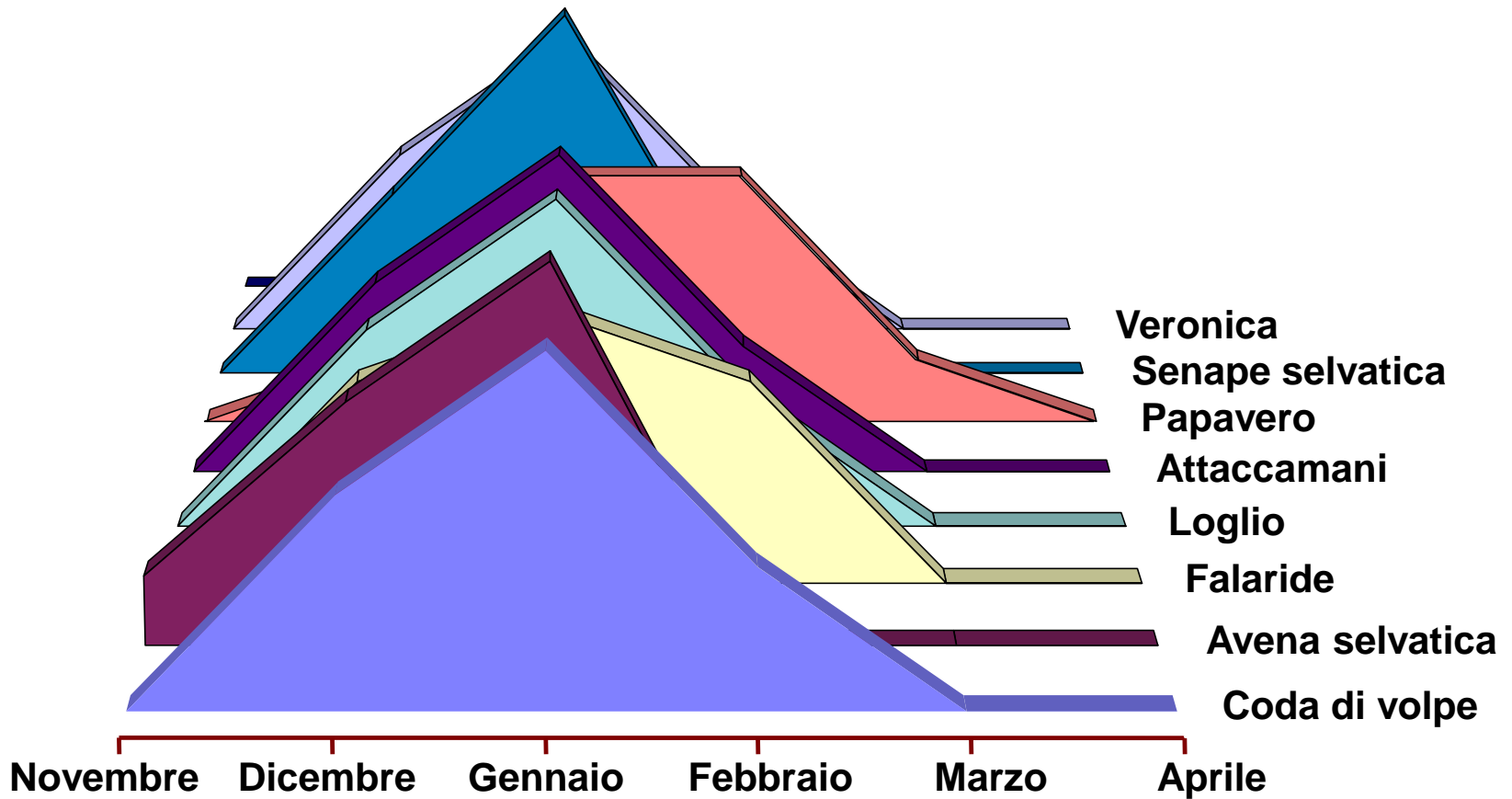


Quando diserbare

Ma: Con elevata infestazione, l'intervallo di intervento si chiude prima!



Epoca del diserbo



(Montemurro, 1998)

EFFETTI DEL RITARDO DEL DISERBO

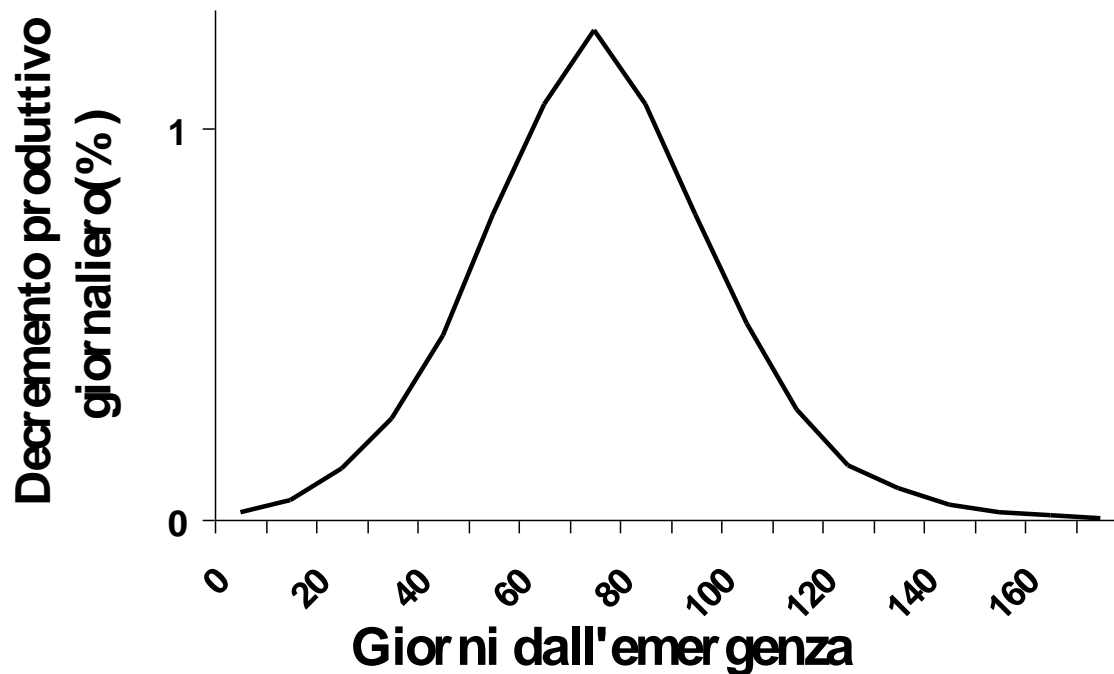
*Dall'inizio dell'accestimento
per ogni giorno di ritardo
nell'eliminazione delle malerbe
si può perdere in media
circa l'1,0 % della produttività*

Riduzione della produzione del frumento causata dalla Interferenza

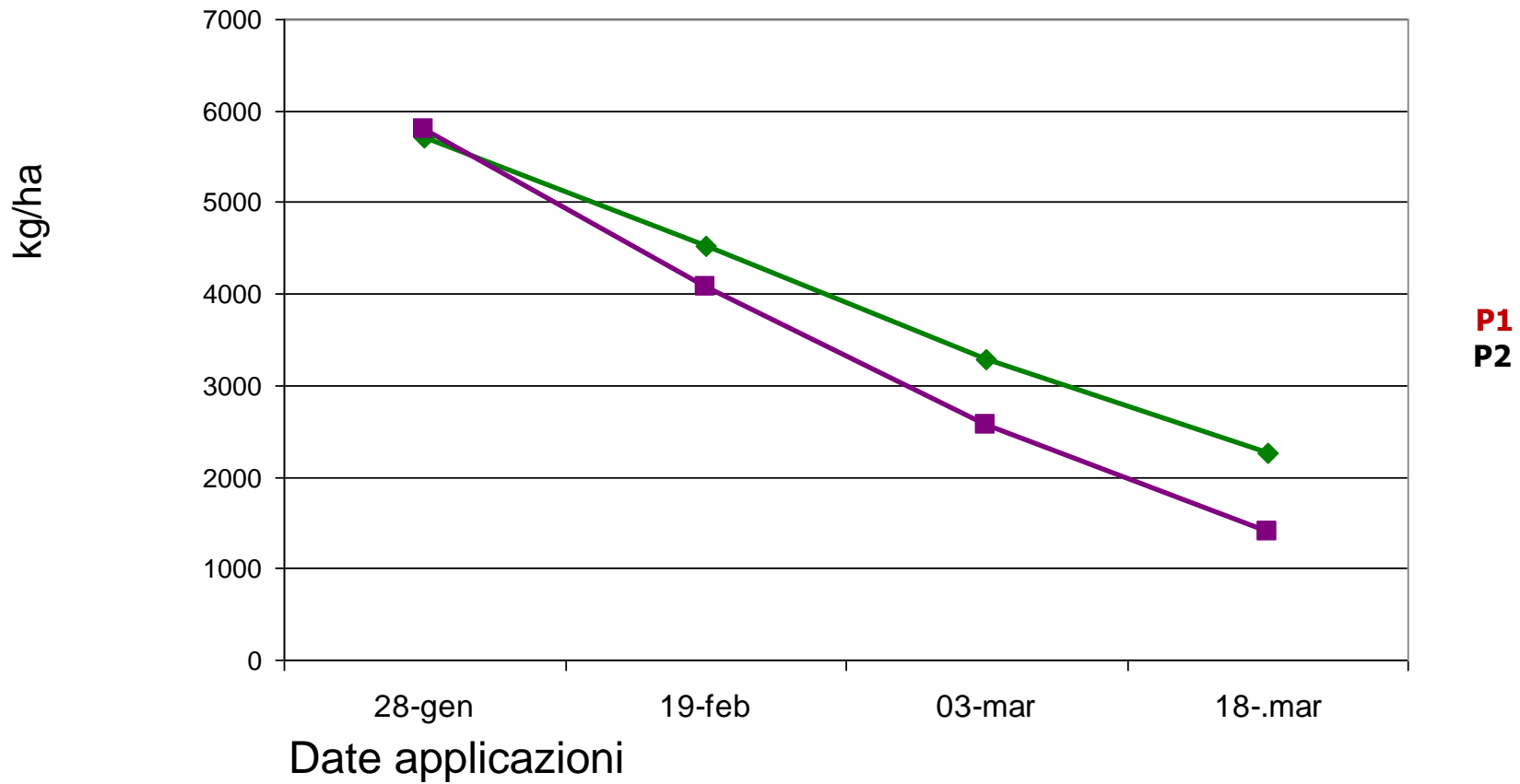
(Montemurro et al., 1991)

Il grafico, elaborato da dati sperimentali di campo, evidenzia la perdita produttiva per ogni giorno di competizione delle malerbe dall'emergenza alla maturazione del frumento

- il massimo decremento giornaliero (-1,25 %) viene raggiunto attorno al 70° giorno (2° nodo).



Produzione di granella (Foggia prova competizione) ed epoca di trattamento



Giovanni Tancredi

FOLCLORE GARGANICO (Monte Sant'Angelo, 1850)

“Lu zappudd de scinnere ne ‘nciapprezz plu denere.

Zapp de scinnere encke li panere”

Sommario

La distribuzione dei diserbanti

- **Basi teoriche**
- **Le interazioni erbicida/foglia**
- **Le condizioni ambientali**

Come diserbare

La molecola dell'erbicida inibisce normalmente un solo passaggio di una reazione biochimica all'interno della pianta.

Perchè ciò possa accadere devono prima essere completati diversi processi.

Comprendere questi differenti passaggi aiuta a capire cosa succede in campo e come possiamo migliorare il diserbo

Come diserbare

Il percorso dell'erbicida verso il bersaglio:

- 1) Distribuzione
- 2) Copertura della foglia e ritenzione
- 3) Assorbimento
- 4) Traslocazione al sito di azione

Ogni passaggio è un processo diverso.

Ottimizzare un passaggio non significa di per sé che il trattamento erbicida abbia successo.

In aggiunta a questo, l'effetto desiderato su un enzima è diverso nell'infestante (efficacia) e nella coltura (selettività)

Efficacia

Selettività



Questi passaggi rappresentano le sfide da vincere

Principi base per la distribuzione

Le sfide della distribuzione:

Piccole quantità di sostanza attiva

La dose di impiego tipica per gli erbicidi (come sostanza attiva) varia da pochi (fino a 5!) grammi a qualche centinaio di grammi per ha.

I volumi di acqua mediamente impiegati sono attorno ai 200 litri per ha.

Principi base per la distribuzione

Le sfide della distribuzione:

Piccole quantità di sostanza attiva

Per dare un'idea di cosa rappresenti questa sfida, si può considerare questo esempio: applicare un erbicida ad una dose di 100 g/ha in 200 litri di acqua equivale a cercare di distribuire in modo uniforme un cucchiaino di sale da cucina diluito in 8.5 litri di acqua su di un campo da basket ($28 \times 15 = 420 \text{ mq}$)!



?!



Principi base per la distribuzione

Le sfide della distribuzione:

Esistono più obiettivi da raggiungere insieme

Obiettivi generali

- la sostanza attiva deve raggiungere la destinazione
- occorre evitare le perdite

Obiettivo assorbimento fogliare

- occorre assicurare una buona bagnatura delle foglie
- è richiesta una ottimale penetrazione delle sostanze attive nella foglia

Principi base per la distribuzione

Le sfide della distribuzione:

Si opera spesso in condizioni limite

- Temperatura
- Umidità dell'aria
- Fase fenologica di coltura ed infestante
- ...

Principi base per la distribuzione

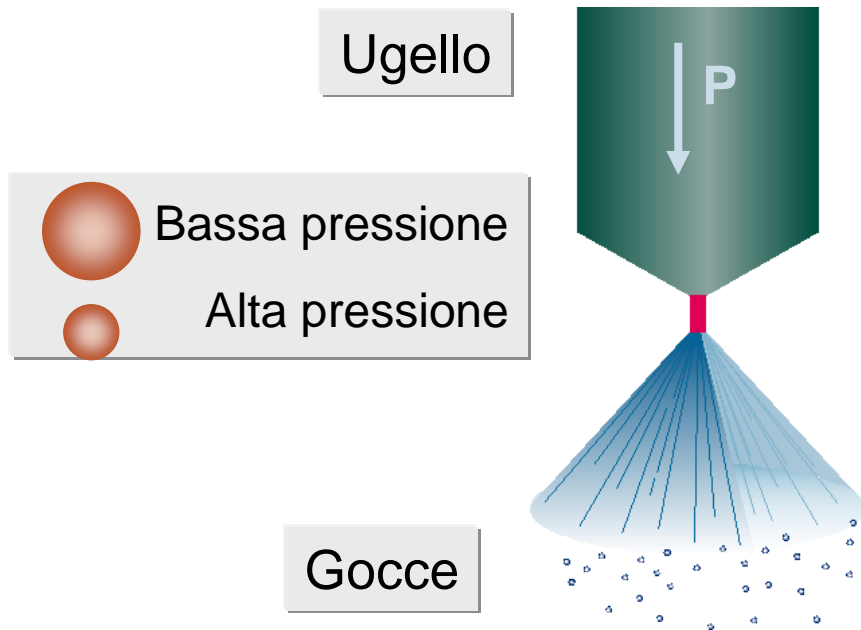
Preparazione della miscela

Anche l'operazione apparentemente più semplice necessita di alcune raccomandazioni e cautele:

- La qualità dell'acqua è importante; alcuni sali possono far precipitare il prodotto
- La temperatura dell'acqua può influenzare la solubilità
- La miscela di alcuni erbicidi può creare antagonismo sia fisico (ridotta solubilità) che biologico (ridotta efficacia)

Principi base per la distribuzione

La produzione delle gocce



- Usare preferibilmente ugelli antideriva
- Verificare il modello dell'ugello
- Usare pressione adeguata
- Gli ugelli si usurano; verificarli e cambiarli se necessario
- Seguire le istruzioni per la manutenzione

➔ Mantenere e calibrare gli ugelli in modo accurato per ottimizzare l'applicazione.

Principi base per la distribuzione

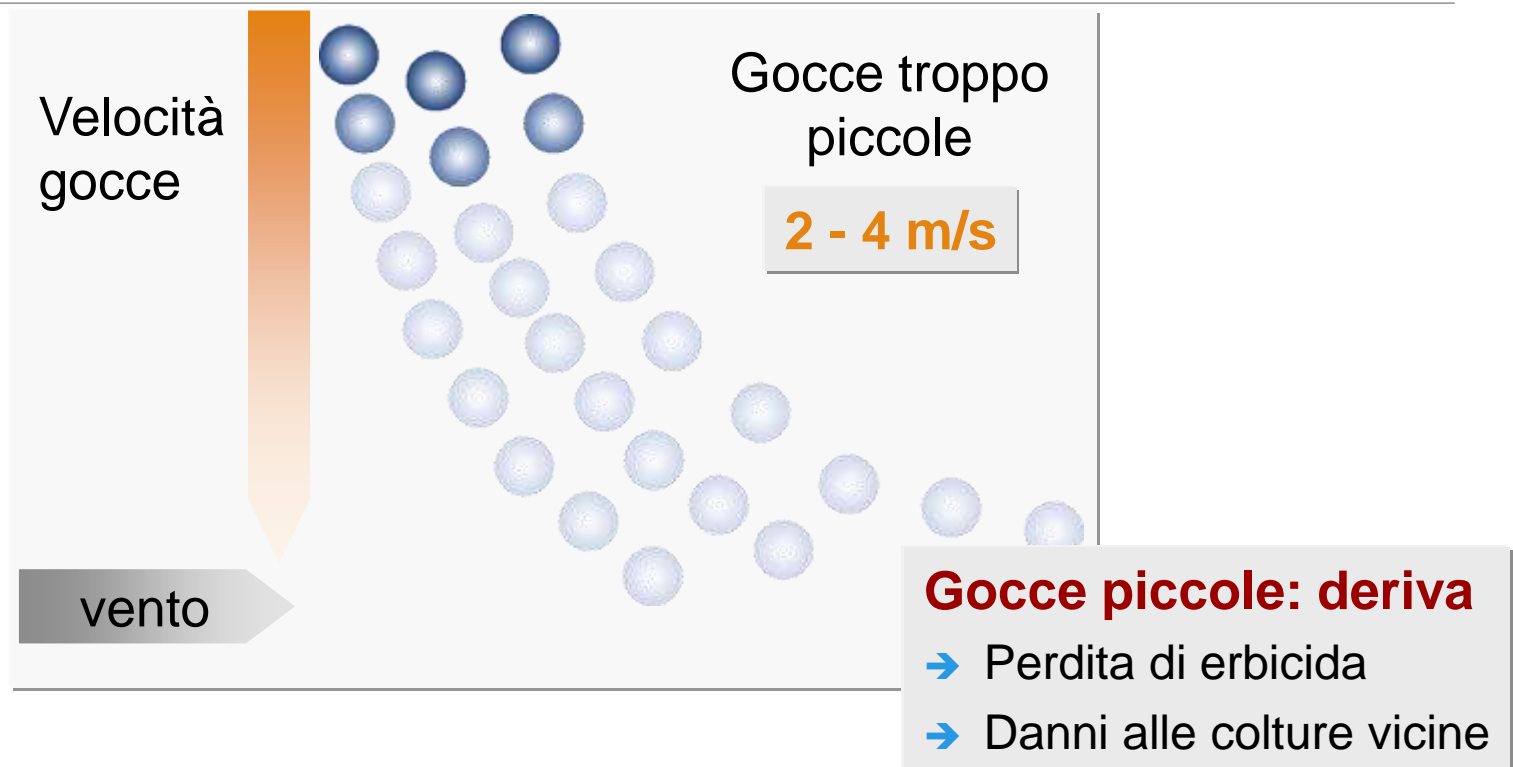
La produzione delle gocce

Diversi fattori influenzano la dimensione delle gocce:

- Pressione di esercizio (quella che conta è quella raggiunta alla barra)
 - Pressione alta → gocce piccole
 - Pressione bassa → gocce grandi
 - Viscosità della soluzione finale
 - Bagnanti
 - temperatura
 - Qualità dell'acqua
- ➔ Per una attività erbicida elevata è essenziale utilizzare parametri di applicazione che diano gocce di dimensioni ottimali.

Principi base per la distribuzione

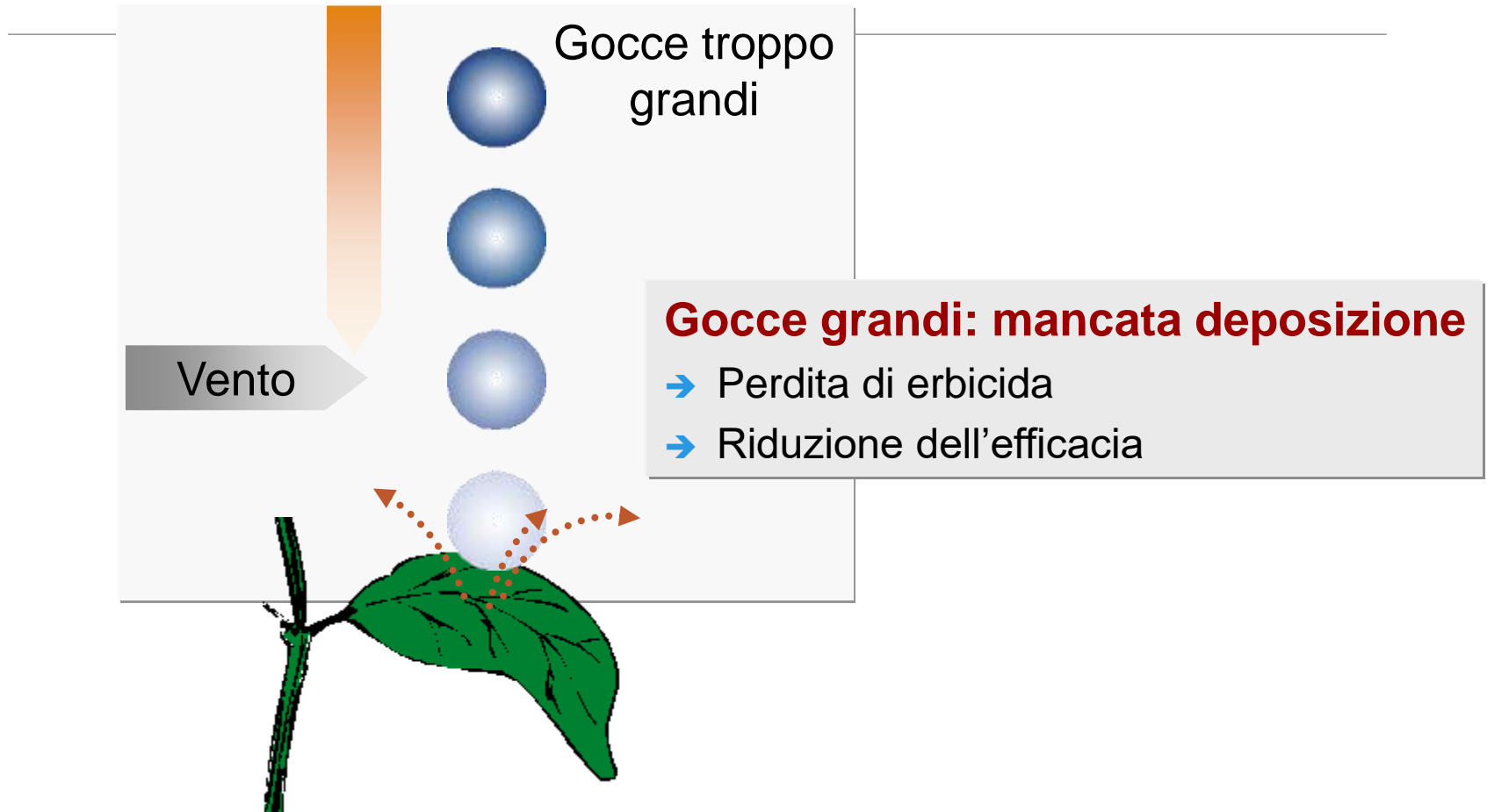
Influenza della dimensione delle gocce sulla deriva



- Utilizzare ugelli di ultima generazione per ridurre la deriva e migliorare la performance

Principi base per la distribuzione

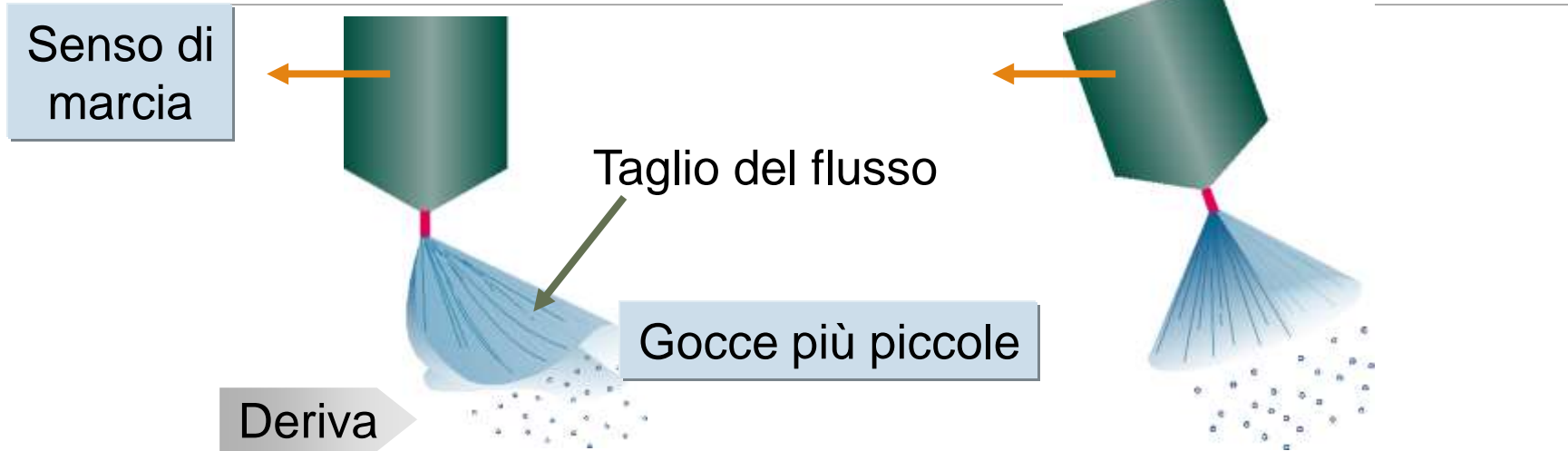
Influenza della dimensione delle gocce sulla deposizione



→ Utilizzare ugelli adatti e parametri di applicazione corretti

Principi base per la distribuzione

Velocità di esercizio e distribuzione

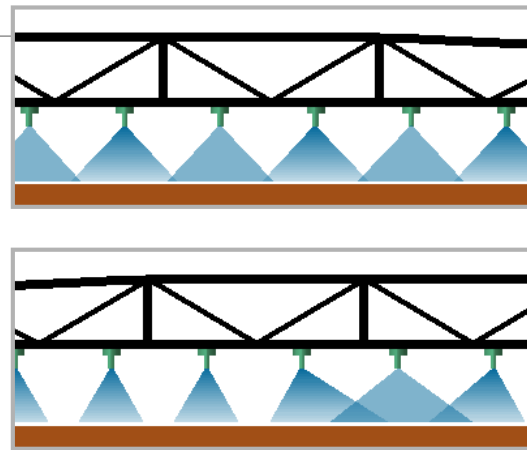


- Una velocità maggiore richiede ugelli più grandi per mantenere il volume distribuito costante
- La velocità maggiore genera gocce più soggette a deriva

- Ugelli inclinati rispetto alla barra o protetti riducono la deriva

Principi base per la distribuzione

Attrezzatura e calibratura



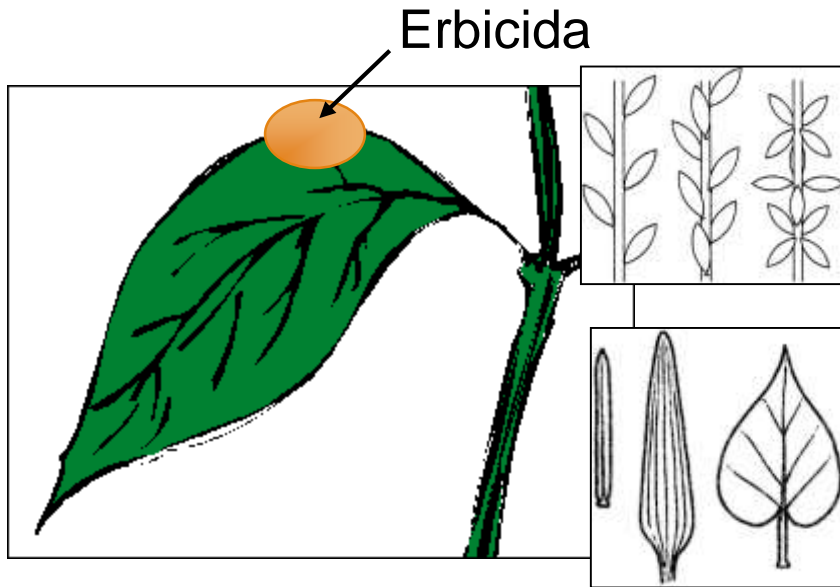
Profilo idoneo

Profilo non idoneo

- L'altezza (h) fra barra e bersaglio è critica.
- Verificare cosa è bersaglio: la superficie del suolo? Le infestanti? La coltura? Valutare buche, cunette e l'oscillazione della barra.
- Verificare il profilo di trattamento della barra e sistemare gli ugelli se necessario. Ugello non idoneo = dose non precisa = bassa attività

Le interazioni soluzione/foglia

→ Obiettivo: massimizzare l'ingresso nella pianta



Importante

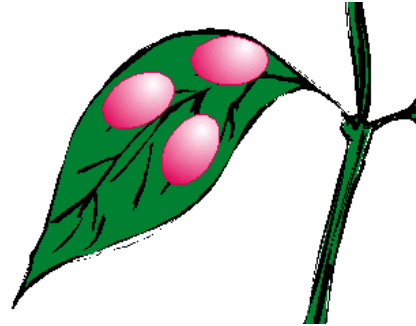
La superficie disponibile, la posizione delle foglie, la presenza o assenza di peli, lo spessore delle cere sulla superficie fogliare variano da specie a specie

→ Gli erbicidi fogliari debbono penetrare nella pianta attraverso un processo di assorbimento

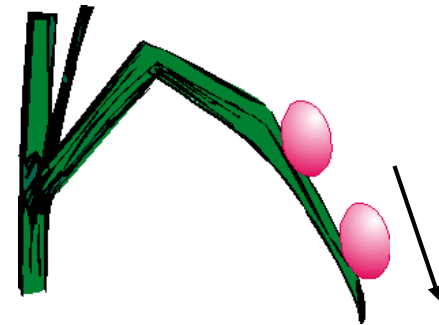
Le interazioni soluzione/foglia

I principali ostacoli all'assorbimento

Ritenzione

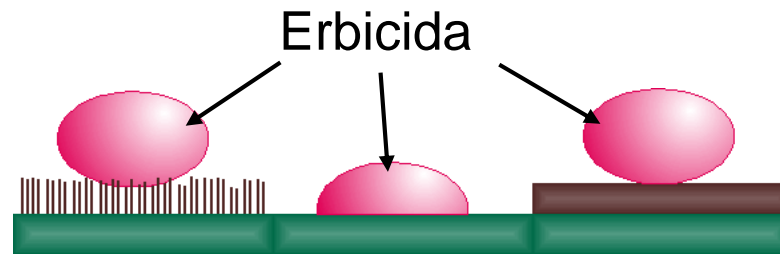


Ritenzione



Gocciolamento

Contatto



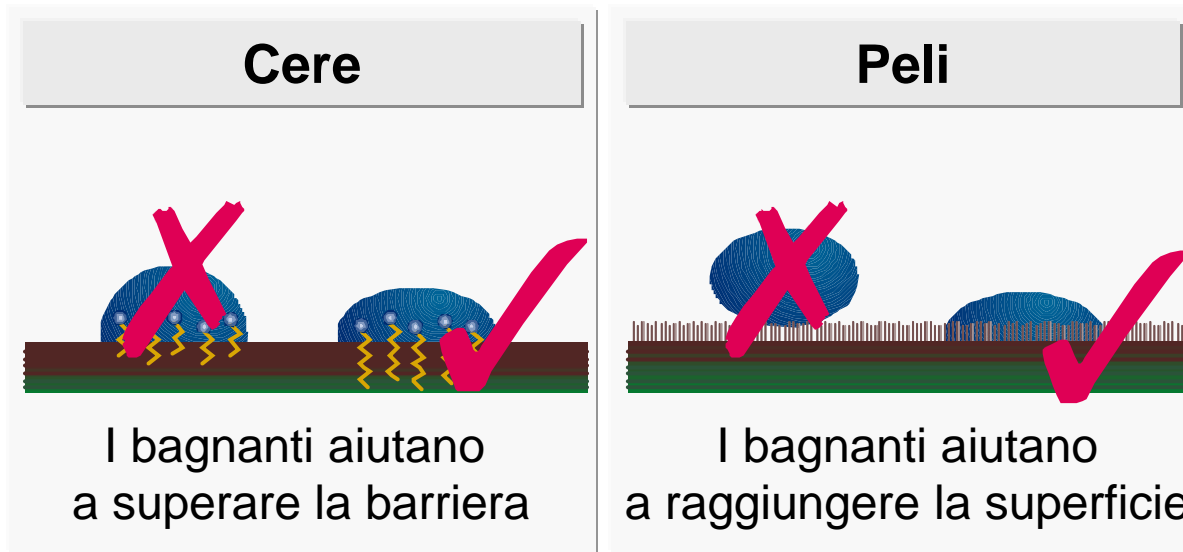
Peli

Situazione
ottimale

Cere

Le interazioni soluzione/foglia

Le barriere sulla superficie fogliare

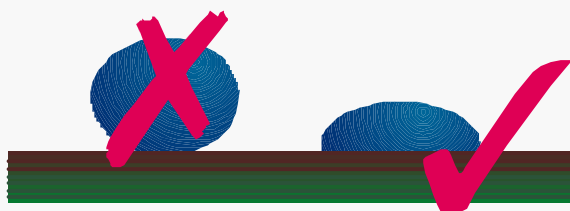


- ➔ L'impiego di bagnanti, specialmente se raccomandato in etichetta, è fondamentale per il raggiungimento di un elevato livello di controllo delle infestanti

Le interazioni soluzione/foglia

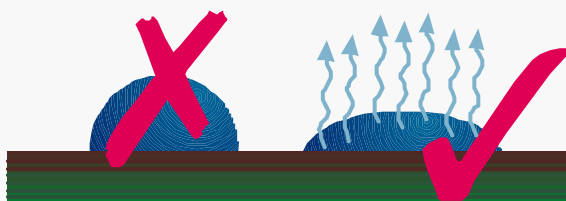
Le proprietà della superficie fogliare

Bagnatura



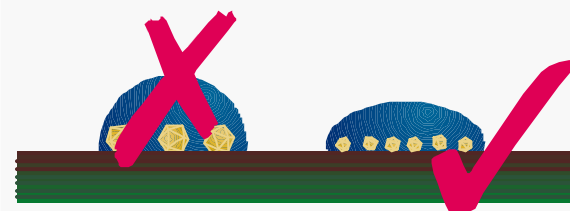
I surfattanti facilitano l'adesione e la bagnatura

Copertura



I bagnanti aumentano la copertura fogliare

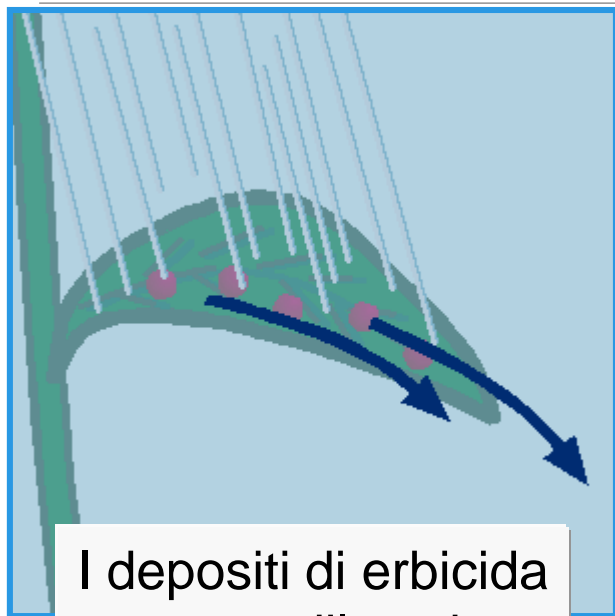
Asciugatura



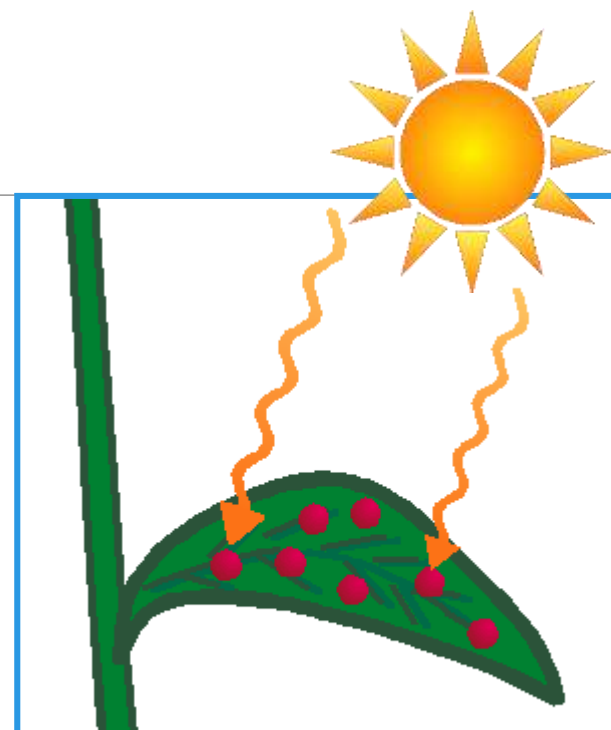
La formulazione corretta dà luogo a deposito uniforme

→ L'impiego di buone formulazioni e dei bagnanti più adatti aiutano la bagnatura, la distribuzione sulla superficie fogliare e quindi la copertura e consentono di ottenere una deposizione di prodotto nella corretta granulometria.

Le condizioni al momento dell'intervento



I depositi di erbicida
sono dilavati

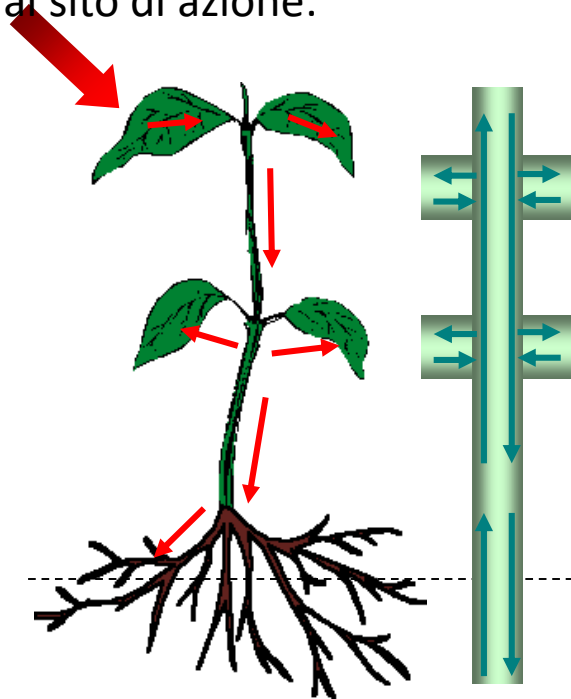


Le radiazioni UV possono
degradare alcune
sostanze attive

- ➔ Valutare le condizioni al momento dell'intervento; dare al prodotto tempo sufficiente per essere assorbito

La traslocazione

Gli erbicidi fogliari sistemici per potere esplicare la loro attività debbono essere trasportati al sito di azione:

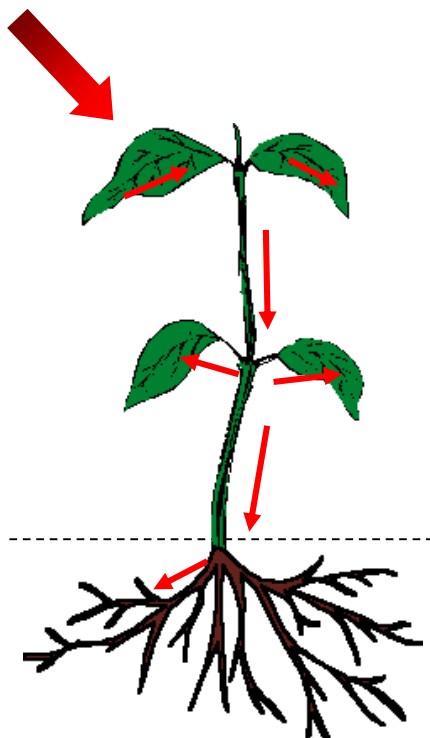


Il prodotto entra dalle foglie e viene trasportato per via floematica alle cellule dove può finalmente esercitare l'azione tossica sulle piante

- ➔ Per la valutazione dell'efficacia del trattamento erbicida, occorre sempre considerare tutti i fattori che possono influenzare questo trasporto

La traslocazione

Il movimento dell'erbicida verso il bersaglio è influenzato da diversi fattori ed ostacolato da altri:



Fattori favorenti

Attraversa cere e cuticole

Fattori ostacolanti

Erbicida

Agisce troppo rapidamente (può limitare la penetrazione)

Ambiente

Promuove crescita attiva delle infestanti
Infestanti "sane"

Rallenta la crescita, blocca le infestanti
Infestanti in stress

Distribuzione

Bassa deriva
Bagnante adatto

Attrezzatura non idonea

I DISERBANTI come agiscono

POSSONO AVERE UN'AZIONE:

- **di contatto**, disseccando le parti verdi delle piante infestanti irrorate;
- **di traslocazione**, quando svolgono la loro azione all'interno della pianta entrando nel circolo linfatico. L'assorbimento può avvenire attraverso le foglie o le radici. Alcuni di essi sono in grado di devitalizzare gli organi sotterranei di propagazione (bulbi, rizomi, etc.) delle infestanti perenni;
- **residuale o antigerminello**, quando applicati al terreno (solitamente in pre-semina o pre-trapianto) si distribuiscono nello strato superficiale dove persistono per un tempo più o meno lungo. L'assorbimento può avvenire attraverso i semi in germinazione ed in parte attraverso le radici delle giovani plantule. Per il loro più o meno lungo effetto "residuale" possono causare danni alle colture successive.

I diserbanti, inoltre, possono essere **selettivi o non selettivi** in base alla capacità di "rispettare" o meno la coltura.

Erbicidi Classificazione

Secondo attività su gruppo botanico:

Monocotiledoni

Dicotiledoni

Secondo struttura chimica:

Clorofenossici

Bipiridilici

Cloroacetanilidi

Aminoacidi

fosfometilici

Secondo il meccanismo d'azione

Si definisce come meccanismo d'azione il tipo di alterazione fisiologica (biochimica o biofisica), attraverso cui l'erbicida provoca la sua azione fitotossica sulla pianta su cui viene applicato.

La selezione di popolazioni di malerbe resistenti è causata proprio dall'impiego ripetuto di erbicidi aventi il medesimo meccanismo d'azione, assieme a limitate lavorazioni agronomiche e alla mancata rotazione di colture (es. monocolture).

A questo proposito bisogna sottolineare che non basta solo cambiare prodotto, poichè erbicidi appartenenti a famiglie chimiche diverse possono avere lo stesso meccanismo d'azione e quindi appartengono allo stesso gruppo (es. FOP e DIM, entrambi inibitori dell'enzime ACCasi).

meccanismo d'azione:

1. Interferenza dell' Attività ormonale

Inibitori della crescita per interazione con il metabolismo dell'acido indolacetico ,Auxina, (2,4D, MCPA, MCPP, 2,4DB, DICAMBA, PICLORAM) e Etilene (Quinclorac)

2. Interferenza nella fotosintesi (sostanze con varie strutture tutte contenenti azoto)

Diquat e Paraquat, (Simazina Atrazina, Terbutilazina etc) Derivati dell'urea (Diuron, Linuron, Flumerturon) Bis-Fenilcarbammati (pendemifan e desmedifam) Uracili (Bromacil, lenacil) Anilide (propanil) Benzodiazinone (Bentazone) Piridazine (cloridrazone) Triazinone (Metribuzin) DNOC, Dinoseb,Bromoxinil e Ioxinil Acifluorfen,etilfluoroglicofene Sulfentrazone e Flumiclorac

3. Interferenza nella sintesi dei lipidi

(acetil-CoA Ccarbossilasi,ACCASI,) sintesi della membrana cellulare (Diclofop-Metil, Fluazifop.p.Butil, Cylafop-butil, Trakoxydim, Sethossidim o inibiscono la longasi quindi produzione cere cuticolari (Dalapon, Etofumesate)

4. Interferiscono nella sintesi degli Aminoacidi

Inibitore della sintesi aminoacidi aromatici Glifosate il bersaglio è l'Enzima EPSPS 5 enol-piruvatoscichimato ;.Glutammine sintasi (GS) Glufosinate e Inibitori degli aminoacidi mediante Acetolattato sintasi ALS (Solfinuree,Triazolpiridine, sulfonammidi,Immidazolinoli, acidi-primidincarbossilici)

5. Interferenza nella Mitosi

inibendo la formazione delle tubuline , Dinirtoaniline (trifluralin e Pendimetalin o altri meccanismi complessi, (Pretilaclor e butaclor)

HRAC Classification of Herbicides According to Mode-of-action.

L'HRAC ([Herbicide Resistance Action Committee](http://www.hracglobal.com))

ha proposto una classificazione degli erbicidi in base al loro meccanismo d'azione per semplificare la scelta dei diserbanti da alternare o miscelare al fine di una corretta prevenzione e gestione della resistenza.

HRAC ha codificato ciascun meccanismo d'azione con una lettera dell'alfabeto (A, B, C, ecc.) e quando per un unico meccanismo d'azione ci sono erbicidi che agiscono su siti diversi, è stato aggiunto anche un numero per ogni sottogruppo (es.: C1, C2, C3 per gli inibitori della fotosintesi).

A gruppi e sottogruppi fanno poi capo una o più famiglie chimiche.

In Italia si distinguono 19 gruppi/sottogruppi "HRAC modificati" (A, B, C1, C2, C3, D, E, F1,F2,F3, G, H, I, K1, K2, K3, L, N e O) con meccanismo d'azione conosciuto ed un solo gruppo (Z) che aggrega le molecole con meccanismo non noto ma verosimilmente differente da quello degli altri.

Più nello specifico i gruppi/sottogruppi individuati sono assoggettati ai seguenti meccanismi d'azione:



Classification of Herbicides According to Site of Action

HRAC Group	Site of Action	Chemical Family	Active Ingredient	WSSA Group
A	Inhibition of acetyl CoA carboxylase (ACCase)	Aryloxyphenoxy- propionate 'FOPs'	clodinafop-propargyl	1
			cyhalofop-butyl	
			diclofop-methyl	
		'DIMs'	fluazifop-P-butyl	
			haloxyfop-R-methyl	
			butroxydim	
Phenylpyrazoline 'DEN'	cycloxydim			
	<i>tepraloxyn</i>			
	pinoxaden			
B	Inhibition of acetolactate synthase ALS (acetohydroxyacid synthase AHAS)	Sulfonylurea	amidosulfuron	2
			azimsulfuron	
			iodosulfuron	
			mesosulfuron	
			nicosulfuron	
			tribenuron-methyl	
			trifloxysulfuron	
triflusulfuron-methyl				
C1	Inhibition of photosynthesis at	Triazine	ametryne	5
			cyanazine	
C2	Inhibition of photosynthesis at photosystem II	Urea	<i>chlrobromuron</i>	7
			chlorotoluron	
			<i>chbroxuron</i>	
			dimefuron	
C3	Inhibition of photosynthesis at photosystem II	Nitrile	<i>bromofenoxim</i>	6
			bromoxynil	
			ioxynil	
		Benzothiadiazinone	bentazon	
			Phenyl-pyridazine	
<i>pyridafol</i>				
D	Photosystem-I-electron	Bipyridylum	diquat paraquat	22
G	Inhibition of EPSP synthase	Glycine	glyphosate- Sulfosate	9

GLI EFFETTI INDESIDERATI del diserbo chimico

- Flora di *sostituzione* o di *compensazione*
- Resistenza
- Inquinamento ambientale
- Tossicità per l'uomo

Gli erbicidi sono potenti agenti di selezione

popolazione



selezione



evoluzione



la resistenza o tolleranza agli erbicidi nelle infestanti

- **Resistenza:**

capacità **acquisita e trasmissibile geneticamente** da parte di una popolazione di resistere all'effetto di un erbicida precedentemente non tollerato. usato alla dose normale di campo

- **Tolleranza:**

capacità **naturale** da parte di una popolazione di infestanti di tollerare un erbicida e completare il proprio ciclo vitale quando l'erbicida è usato alla dose normale di campo

Tolleranza agli erbicidi

E' la capacità innata di una specie di sopravvivere e riprodursi dopo un trattamento erbicida.

Questo implica che non c'è stata alcuna selezione artificiale che ha reso la specie tollerante, ma lo è naturalmente.

Erbicidi totali e selettivi ad applicazione fogliare.

Strategie antiresistenza degli erbicidi

Prof. Pasquale Montemurro

E' così alla luce di nuove evidenze scientifiche(Epigenetica) l'ambiente non è solo un fattore di selezione ma può modificare l'espressione fenotipica ?

Tipi di resistenza

Una popolazione infestante raramente è resistente solo all'erbicida selezionatore, ma molto spesso lo è anche ad altri erbicidi aventi lo stesso meccanismo d'azione, con i quali non è mai stata in contatto.

Si parla in questo caso di “resistenza incrociata”.

In casi più gravi e complessi da gestire, una popolazione è in grado di sopravvivere contemporaneamente a erbicidi aventi modalità d'azione diverse e si parla quindi di “resistenza multipla”.

Meccanismi di resistenza

Le malerbe acquisiscono resistenza agli erbicidi principalmente attraverso due meccanismi:

- **Modificazione del sito d'azione (target-site), causata da mutazioni puntiformi presenti nel gene che codifica per il sito bersaglio dell'erbicida.**
Questo meccanismo porta, in genere, ad alti livelli di resistenza, con indici di resistenza (R.I.) spesso superiori a 100 (R.I. = $ED50R/ED50S$, dove $ED50R$ indica la dose di erbicida che causa il 50% di danno nel biotipo resistente, mentre $ED50S$ è la dose che causa il 50% di danno nel biotipo suscettibile), e frequente presenza di resistenza incrociata.
Questo meccanismo può venire selezionato anche in tempi brevi, se non c'è una rotazione dei meccanismi d'azione.
In genere, la selezione di questo meccanismo d'azione è favorita dall'impiego di dosi alte di erbicida.

Meccanismi di resistenza

- **Aumento della capacità di detossificazione della sostanza attiva, resa non più dannosa (resistenza metabolica).**

Questo effetto viene spesso raggiunto da una pianta attraverso l'aumento della capacità di detossificazione della sostanza attiva.

I livelli di resistenza in questo caso sono più bassi e hanno valori di R.I che variano tra. 2-3 e 10, ma spesso questo meccanismo conferisce resistenza multipla, più difficile da controllare.

La base genetica (1) della resistenza multipla è più complessa e necessita di tempi relativamente più lunghi per essere selezionata.

(1) qual'è la responsabilità degli antidoti o i sinergici (alla luce delle nuove conoscenze di epigenetica)

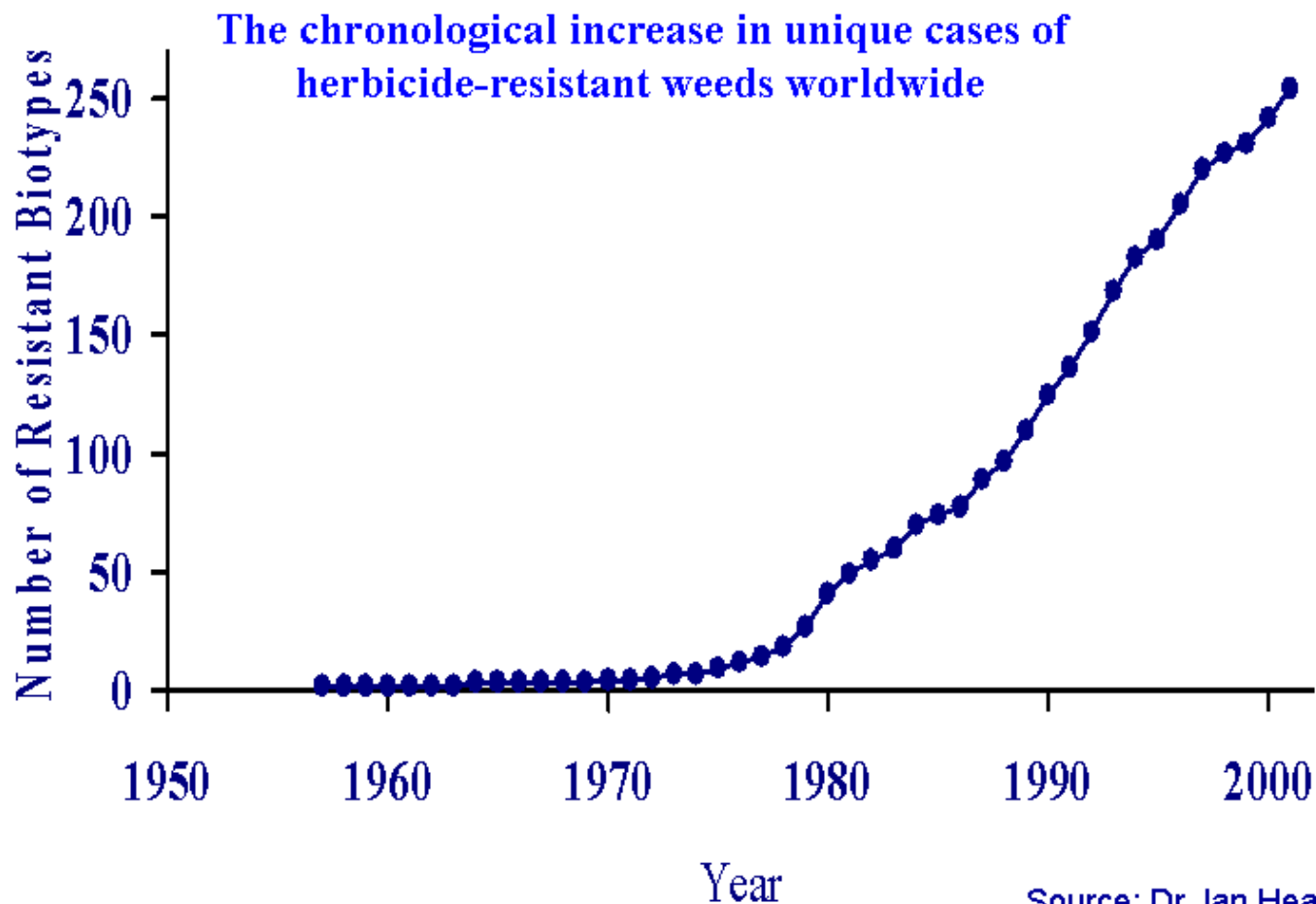
POSSIBILITA' DI INTERVENTO NELLA METABOLIZZAZIONE

Visto il ruolo della velocità di metabolizzazione nel condizionare la selettività d'azione dei fitofarmaci, si è andato diffondendo l'impiego di composti capaci di modificarla accentuando o attenuando l'azione dei fitofarmaci; si tratta rispettivamente dei sinergici o degli antidoti.

I sinergici (tab. 10) agiscono ostacolando la metabolizzazione dei fitofarmaci potenziandone così la tossicità. A questi composti si può ricorrere quando si preferisce aumentare l'azione

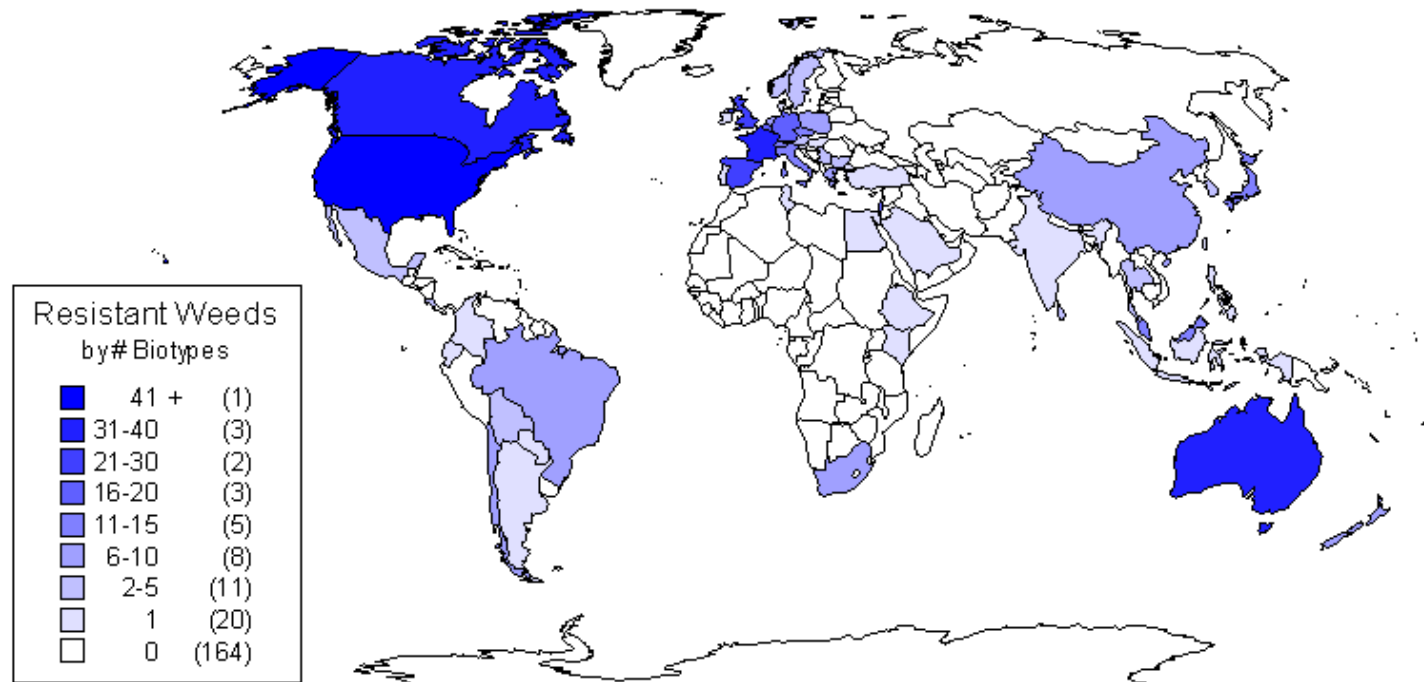
Principali meccanismi di resistenza con relativi casi specifici





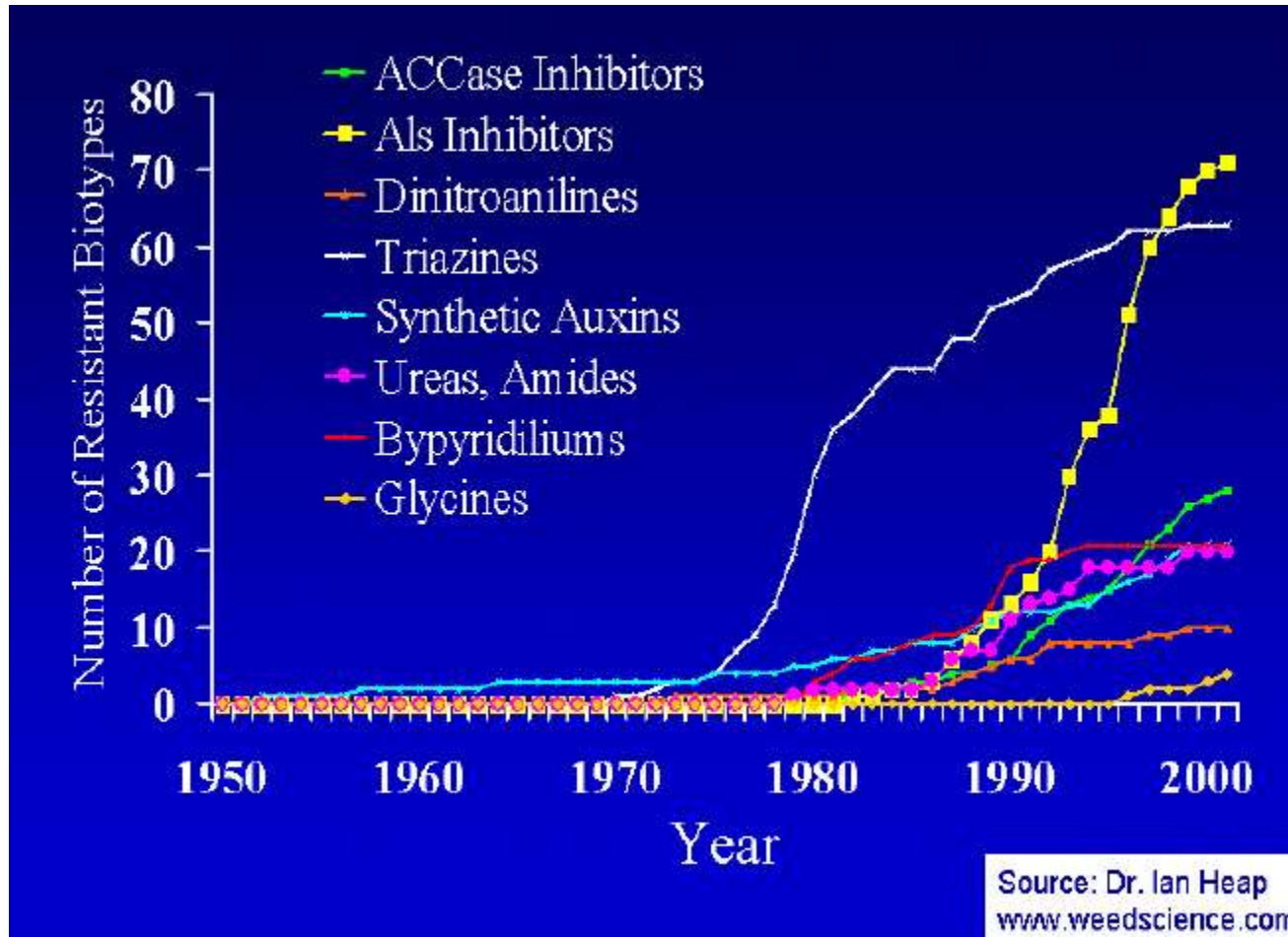
Source: Dr. Ian Heap
www.weedscience.com

Distribution of Herbicide Resistant Biotypes



Source: Dr. Ian Heap
www.weedscience.com

Sviluppo di biotipi resistenti agli erbicidi



The Top 25 Worst Herbicide-Resistant Weeds Weighted by Propensities in Countries, MOA, Sites, Hectares, and Cropping Systems

	Common Name	Species	No. Countries	No. MOA	No. Sites	No. Hectares	No. Cropping Regimes
1.	Rigid ryegrass	<i>Lolium rigidum</i>	16	8	7,000	836,400	6
2.	Wild oat	<i>Avena fatua</i>	16	6	22,100	2,941,200	4
3.	Redroot pigweed	<i>Amaranthus retroflexus</i>	15	3	11,500	31,900	10
4.	Lambsquarters	<i>Chenopodium album</i>	18	2	19,700	463,600	5
5.	Green foxtail	<i>Setaria viridis</i>	6	4	3,800	1,220,900	5
6.	Barnyardgrass	<i>Echinochloa crus-galli</i>	15	6	1,200	817,600	4
7.	Goosegrass	<i>Eleusine indica</i>	5	5	6,300	20,100	6
8.	Kochia	<i>Kochia scoparia</i>	4	3	50,400	189,200	4
9.	Horseweed	<i>Conyza canadensis</i>	14	4	1,400	7,300	7
10.	Palmer amaranth	<i>Amaranthus palmeri</i>	3	3	12,000	356,200	5
11.	Common groundsel	<i>Senecio vulgaris</i>	12	3	1,900	6,800	6
12.	Smooth pigweed	<i>Amaranthus hybridus</i>	8	2	10,200	32,900	4
13.	Annual bluegrass	<i>Poa annua</i>	15	6	1,100	5,200	4

COME RICONOSCERE LA RESISTENZA IN CAMPO

Sebbene sia difficile stabilire con la sola osservazione in campo la presenza di popolazioni resistenti, alcuni utili indicatori possono essere:

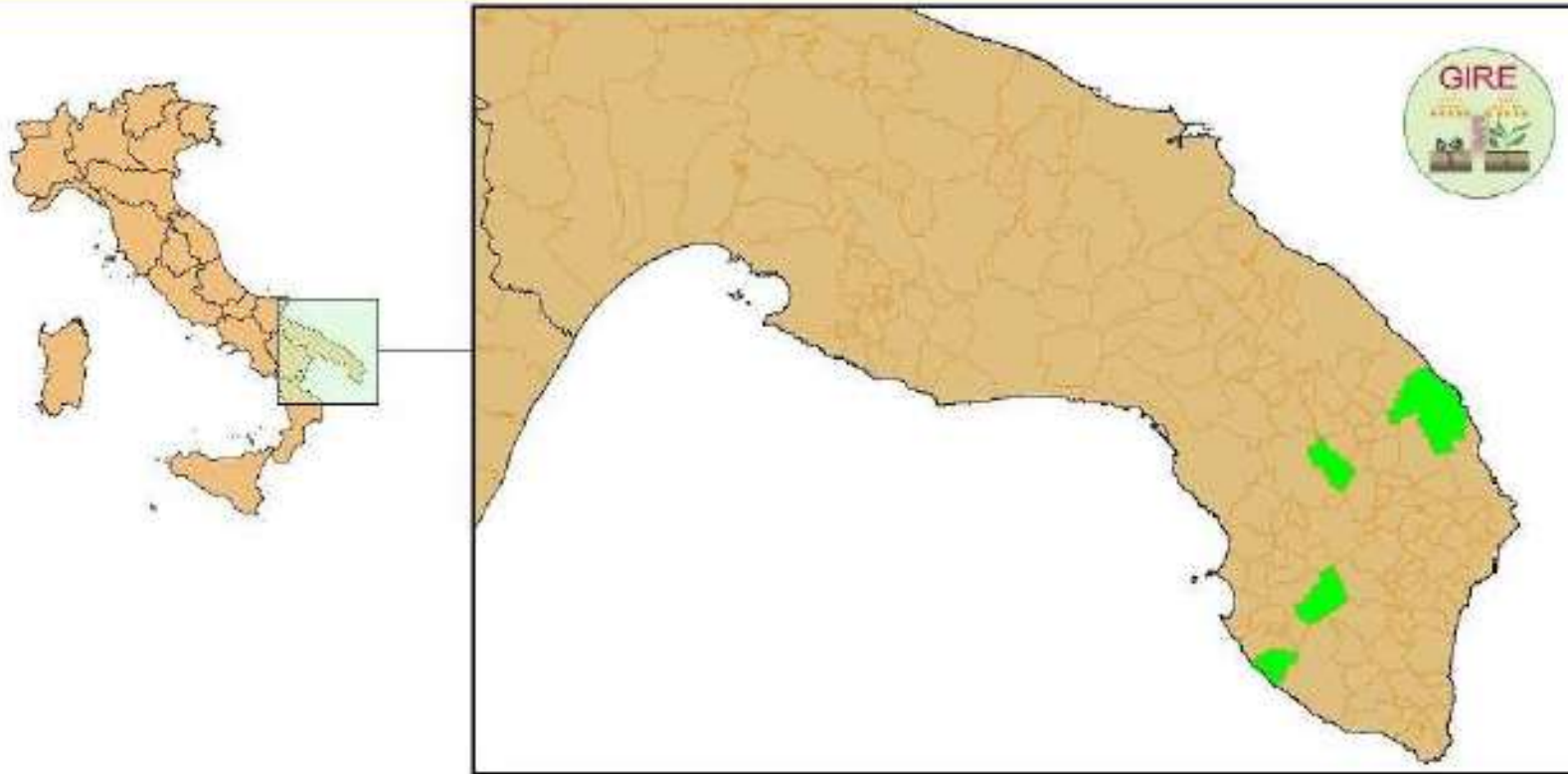
- ✓ presenza di piante vive accanto a piante della stessa specie controllate dall'erbicida
- ✓ sopravvivenza di specie sensibili, che nel passato erano controllate dallo stesso erbicida alla stessa dose, accanto a piante di altre specie normalmente controllate dal prodotto
- ✓ lenta diminuzione dell'efficacia di un erbicida, impiegato ripetutamente anno dopo anno
- ✓ presenza di popolazioni resistenti nelle vicinanze

Distribuzione di popolazioni resistenti di *Lolium* spp in colture di specie perenni

Nei comuni evidenziati è stato rilevato almeno un caso di popolazione resistente

Tipo di resistenza: Glyphosate

Lecce



Resistenza erbicidi

OPZIONI GESTIONALI	LIVELLO DI RISCHIO		
	BASSO	MEDIO	ALTO
Miscelazione o rotazione di erbicidi	> 2 MDA ⁽¹⁾	2MDA	1 MDA
Metodo di controllo delle infestanti	Colturale, meccanico e chimico	Colturale e chimico	Solo chimico
N° di trattamenti per stagione utilizzando il medesimo MDA	Uno	Due	> Due
Tipo di rotazione	Completa	Limitata	No rotazione
Tipo di lavorazione	Normale	Minima lavorazione	Non lavorazione
Situazione della resistenza ad un certo MDA	Sconosciuta	Limitata	Diffusa
Situazione della resistenza nelle vicinanze	Assente	Limitata	Diffusa
Infestazione	Bassa	Media	Alta
Efficacia del controllo negli ultimi 3 anni	Buono	Peggioramento	Insoddisfacente

Modificato da HRAC (1998) Guidelines to the management of herbicide resistance

⁽¹⁾ MDA, Meccanismo d'azione dell'erbicida

Gestione della resistenza agli erbicidi

- Utilizzare il più possibile la rotazione colturale.
- Alternare o miscelare erbicidi con diverso meccanismo d'azione – tutti gli erbicidi con il medesimo meccanismo d'azione costituiscono un gruppo.
- Evitare l'uso ripetuto ed esclusivo dei gruppi di erbicidi ad alto rischio di selezione per la resistenza (ad esempio inibitori dell'ALS e dell'ACCasi).
- Usare le dosi indicate in etichetta – in caso di mancato controllo non ritrattare con lo stesso prodotto aumentando la dose ma scegliere un erbicida con un diverso meccanismo d'azione, quando si miscelano due sostanze attive utilizzare le “dosi piene” per entrambi.
- Trattare le infestanti allo stadio ottimale, un trattamento tardivo ha il medesimo effetto di uno a dosi ridotte.
- Integrare il diserbo chimico con sistemi di controllo meccanici e accorgimenti di tipo agronomico (ad esempio falsa semina, aumento della densità di semina, utilizzo di cultivar competitive, concimazione corretta – le minime lavorazioni e le elevate concimazioni contribuiscono ad aggravare il rischio di resistenza).
- Impiegare, dove le condizioni lo permettono, metodi alternativi al mezzo chimico quali la falsa semina seguita da un intervento meccanico senza dilazionare eccessivamente la semina onde evitare significative perdite di produzione.

Gestione della resistenza agli erbicidi

- Limitare la presenza di elevate densità di infestazione al momento del trattamento.
- Tenere un accurato quaderno di campagna, annotando per ciascun appezzamento erbicidi e dosi utilizzate, date dei trattamenti e risultati ottenuti in relazione alla flora infestante presente: qualsiasi gestione viene complicata dalla carenza di queste informazioni.
- Favorire la competitività della coltura attraverso corrette pratiche agronomiche (ad esempio aumento della dose di seme per ettaro, semina a file strette, evitare la semina a file binate, concimazioni corrette, utilizzo di varietà competitive, evitare le semine molto precoci).
- Limitare la diffusione della resistenza: pulire accuratamente i macchinari, raccogliere per ultimi gli appezzamenti interessati da fenomeni di resistenza.
- Evitare che le infestanti non controllate producano semi.
- Gestire al meglio l'intervallo tra una coltura e l'altra favorendo la germinazione del maggior numero di infestanti per controllarle più efficacemente.
- Utilizzare sementi certificate.
- Individuare precocemente i focolai di infestanti “sospette resistenti” e contattare il GIRE o i servizi fitosanitari regionali: la resistenza agli erbicidi compare in zone limitate delle aziende, rispetto alla resistenza ai fungicidi ed agli insetticidi è meno “mobile” e può essere più facilmente controllata su base aziendale.

Con Cosa diserbare

Miscibilità tra prodotti graminicidi e dicotiledonici

Graminicidi	Dicotiledonici												
	Granstar 50 SX, Cameo,	Gaio	Logran	Legion	A zimut	Kicker, Mant a Duo	Z enith	Brioln, Flavos	Ariane II	Starane 21	Starane Gold	2,4-D + MCPa	Mondak 21S, Aghenud Dicamba
Illoxan	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Bledor	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Gralit Max	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Topik 240 EC	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Grasp 40	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Atlantis WG	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Axial	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Traxos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

■ Miscibile; ■ Miscibile con cautela; ■ Miscela sconsigliata.

PRODOTTI COMMERCIALI	DOSE/HA	AZIONE SUFFICIENTE	AZIONE PARZIALE	NOTE
Granstar 50 SX	22 g	dicotiledoni comuni	veroniche, galium, cardo mariano	per completare lo spettro d'azione su galium, si consiglia la miscela con Starane Gold
Granstar Power	1,09 kg		veroniche	indicato per trattamenti tardivi
Azimut	0,125 l	dicotiledoni comuni compreso galium	veroniche fumaria, cardo mariano	per completare lo spettro si consiglia la miscela a dosaggi ridotti con Briotril, Ariane II e Mextrol Plus risp. in trattamenti precoci e tardivi
Zenit	0,75 l	dicotiledoni comuni compreso galium e papavero tollerante alle solfoniluree	Veroniche, fumaria	indicato per trattamenti tardivi
Logran	37 g	dicotiledoni comuni	veroniche , galium, cardo mariano	per completare lo spettro d'azione su Galium si consiglia la miscela con Manta Duo
Starane Gold	1,5 l	Galium ed alcune dicotiledoni comuni	veroniche e dicotiledoni comuni sviluppate, cardo mariano	utilizzati singolarmente o, meglio, in miscela con altri formulati per completarne lo spettro d'azione in trattamenti precoci e tardivi
Kiker	1,8 l			
Manta duo	1,5 l			
Gaio	15 g	dicotiledoni comuni	Veroniche, galium, cardo mariano	per completarne lo spettro d'azione su Galium si consiglia la miscela con Starane Gold
Marox DF	40 g		Galium, cardo mariano	
Ariane II Ariane Gold	3-4 l 3 l	dicotiledoni comuni compreso Galium, cardo mariano e dicotiledoni perenni (stoppione, vilucchio ed equiseti) se presenti al momento dell'intervento	Miagro, papavero	particolarmente indicato per trattamenti tardivi La formulazione estere è particolarmente indicata per trattamenti precoci al fine di evitare danni da deriva
Briotril	1 - 1,5	crucifere, veroniche, fumaria e papavero tollerante alle solfoniluree	Ombrellifere, galium, cardo mariano, dicotiledoni sviluppate	indicato per trattamenti precoci in miscela con le solfoniluree, particolarmente attivo su viola
Stopper	0,2 - 0,3 l	viola, veroniche, crucifere poligonacee, papavero, compreso quello tollerante alle solfoniluree	ombrellifere, leguminose e composite	indicato per trattamenti precoci e con frumenti radi in miscela con le solfoniluree e particolarmente attivo su viola
Mextrol Plus (vari)	2 - 2,5 l	dicotiledoni comuni compreso galium (primi stadi di sviluppo)	ombrellifere	Indicato per trattamenti precoci in miscela con solfoniluree sia dicotiledonicide che graminicide



Diserbo preventivo del frumento (Pre- emergenza precoce)

Importante per la prevenzione e la gestione delle resistenze ai graminicidi di post-emergenza (*Lolium spp.* ecc.)

Limiti

- Impossibilità di controllare infestanti come: *Avena sterilis* e *Galium aparine*
- Impossibilità di controllare infestanti a nascita tardiva comprese le perenni *Cirsium*, *Equisetum*

Principi attivi

- Clortoluron** Efficace nella lotta al *Lolium spp* resistente ai graminicidi di post-emergenza (max 1 trattamento ogni 5 anni sullo stesso appezzamento). Poco efficace contro *Avena spp.*
- Diflufenican**
 - In miscela con Clortoluron migliora l'efficacia verso *Alopecurus*, *Lolium*, *Veronica*, *Viola*, *Stellaria*, crucifere, poligonacee, e con un buon contenimento di *Papaver* e parziale attività verso *Galium*.
- Pendimetalin** Da solo o in miscela con clortoluron o diflufenican è utilizzabile anche in post-emergenza precoce (2-4 foglie). Attivo verso *Papaver*, *Veronica*, *Fumaria*, *Stellaria*, *Capsella*, *Pligonum aviculare*, *Poa*, *Alopecurus*

Il diserbo di post-emergenza

**Solo dicotiledoni (Cat. ALS) DICOTILEDONI (ESCLUSO GALIUM),
VERONICA,FUMARIA,VILLUCCHIO,STOPPIONE**

- Thifensulfuron metil
- Metsulfuron metile
- Bifenox (fumaria, galium, veronica, papavero)
- Tribenuron metile
- Triasulfuron
- Tritosulfuron
- Tritosulfuron+ficamba
- Thifensulfuron metil+ Triasulfuron

Dicotiledoni con *Galium*

- Florasulam
- Tribenuron + mcpp
- Clopiralid + mcpa + fluroxipyr (*Galium*, convolvolò, stoppione)
- Amidosulfuron
- Fluroxipyr (Dicotiledoni e in particolare *galium*) Azione collaterale su molte malerbe. Attivi anche contro convolvolò, stellaria.

Il diserbo di post-emergenza

Dicotiledoni con *Gallium* e graminacee (Prodotti ad ampio spettro)

- Iodosulfuron + fenoxaprop-p-etile + mefenpir-dietile (no orzo) Clodinafop + pinoxaden + florasulam (no orzo)
- Propoxycarbazone+Iodosulfuron-metil+amidosulfuron+mefenpyr diethyl
- Tritosulfuron
- Iodosulfuron-metil sodium + mesosulfuron (no orzo) avena, alopecuro, loietto, falaride, bromo, poa, buona efficacia su numerose dicotiledoni
- Iodosulfuron-metil sodium + mesosulfuron metile (no orzo)
- Pyroxulam + florasulam (no orzo)

Solo graminacee

- Tralkoxidim avena, alopecuro, loietto, poa, falaride
- Diclofop-metile avena, alopecurus, loietto, falaride
- Pinoxaden
- Fenoxaprop-p-etile + antidoto
- Clodinafop (no orzo) avena, alopecuro, loietto, poa, falaride

(Cat. ALS)

(Cat. ACCasi)

N.B. Nei diversi anni è obbligatorio alternare l'impiego dei prodotti delle due categorie

Bibliografia

Agrofarmaci: conoscenze per un uso sostenibile, 2008. A cura di Gennari M. e Trevisan M.
Ed. Oasi Alberto Perdisa. (Molinari G.P. e Magistrati P. Agrofarmaci: generalità,
classificazione e modo di azione. pp. 3-40).

Erbicidi totali e selettivi ad applicazione fogliare.

Strategie antiresistenza degli erbicidi

Prof. Pasquale Montemurro

Facoltà di Agraria

Bari