



**Colture minori:
Strategie per il corretto contenimento
della flora infestante**



Gestione integrata delle malerbe con le attuali disponibilità di molecole

Giovanni Campagna

Collaboratore Centro di Fitofarmacia – Università di Bologna

Lodi, 27 ottobre 2015

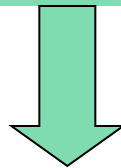
Principali “colture minori” considerate

(9 famiglie botaniche - > 40 specie)



- **Chenopodiacee**: bietola da costa (*Beta vulgaris* var. *cycla*), bietola da foglia o da taglio (*Beta vulgaris* var. *conditiva*), bietola rossa o da orto (*Beta vulgaris* var. *esculenta*), barbabietola da zucchero (*Beta vulgaris* var. *saccarifera*), spinacio (*Spinacia oleracea*);
- **Composite**: lattughe simili o insalate = lattuga (*Lactuca sativa*), endivia (*Cichorium endivia* var. *crispum*), scarola (*Cichorium endivia* var. *latifolium*), ecc.;
carciofo (*Cynara scolymus*), cardo (*Cynara cardunculus*);
- **Crucifere**: cavolfiore (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), cavolo broccolo (*B. o.* var. *italica*) e altri cavoli, colza (*Brassica napus*), ravanello da seme (*Raphanus sativus*), rucola (*Eruca sativa*);
- **Cucurbitacee**: cetriolo (*Cucumis sativus*), cocomero (*Citrullus lanatus*), melone (*Cucumis melo*), zucca (*Cucurbita maxima* e *c. moschata*) e zucchini (*Cucurbita pepo*);
- **Graminacee**: mais dolce (*Zea mays* var. *saccharata*);
- **Leguminose**: cece (*Cicer arietinum*), fagiolo e fagiolino (*Phaseolus vulgaris*), fava e favino (*Vicia faba*), lenticchia (*Lens culinaris*), lupino (*Lupinus* spp.), lupinella (*Onobrychis viciifolia*);
- **Liliacee**: asparago (*Asparagus officinalis*), aglio (*Allium sativum*), cipolla (*Allium cepa*), porro (*Allium ampeloprasum*), scalogno (*Allium ascalonicum*);
- **Ombrellifere**: carota (*Daucus carota*), coriandolo (*Coriandrum sativum*), finocchio (*Foeniculum vulgare*), sedano (*Apium graveolens*), prezzemolo (*Petroselinum sativum*);
- **Solanacee**: peperone (*Capsicum annum*)

Strategie integrate di gestione delle malerbe (nell'ambito di scenari variabili)



Evoluzione della tecnica agronomica

Evoluzione delle malerbe

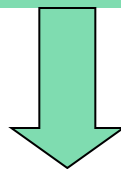
(specie di sostituzione, popolazioni resistenti)

Evoluzione della disponibilità di erbicidi

- OUTPUT: revoche/molecole candidate alla sostituzione
- INPUT: estensione di impiego (nuovi?)



Colture minori: indispensabile integrazione delle pratiche di gestione



- **Agronomiche:** rotazione, falsa semina, trapianto, ecc.
- **Meccaniche:** lavorazioni, sarchiatura, ecc.
- **Fisiche:** pacciamatura, pirodiserbo, ecc.

- **Diserbo chimico:**

integrazione erbicidi utilizzati in miscela e/o in alternanza
dosi proporzionate a condizioni pedoclimatiche, coltura e tecnica colt
(aspetti ambientali, selettività, efficacia, pressione di selezione, ecc.)

Scelta erbicidi: modalità d'azione e meccanismo d'azione



CLASSIFICAZIONE DEGLI ERBICIDI

38 molecole: 3 totali e 35 selettivi



Famiglia chimica: struttura della molecola **(27)**

- FOP (3) + DIM (3)
- Triazinoni: metamitron, metribuzin (2)
- Cloroacetammidi: metazaclor, S-metolaclor (2)

Meccanismo d' azione: corretta gestione delle resistenze **(15)**

HRAC (*Herbicide Resistance Action Committee*)

GIRE (*Gruppo Italiano di lavoro sulla Resistenza agli Erbicidi*)

- inibizione fotosintesi a livello fotosistema II: 10 molecole
- inibizione Acetil CoA (ACCasi): 7 molecole
- inibizione ALS: 2

Modalità d' azione:

- 11 di contatto + 27 sistemici
- 18 fogliari (7 graminicidi specifici + 11 dicot/gram) + 17 a prev. azione radicale

Principali molecole utilizzate nelle colture minori

Molecole	Modalità d'azione	Meccanismo d'azione (Gruppo HRAC)
Erbicidi selettivi residuali e fogliari – dicot e/o gram (28 molecole)		
<p>aclonifen benfluralin bentazone bromoxinil clomazone clopiralid cloridazon clorprofam desmedifam dicamba etofumesate fenmedifam imazamox isossaflutolo lenacil linuron metamitron metazaclor metribuzin napropamide oxadiazon oxifluorfen pendimetalin piridate propizamide S-metolaclor tembotrione triflusalufuron-metile</p>	<p>di contatto/sistemica, ass radicale, ipocotile, coleoptile (fogliare) di contatto/sistemica, assorbimento radicale, ipocotile, coleoptile di contatto, assorbimento fogliare di contatto, assorbimento fogliare sistemica, assorbimento radicale, ipocotile, coleoptile (fogliare) sistemica, assorbimento fogliare e radicale (variabile) sistemica, assorbimento radicale e fogliare (meno importante) sistemica, assorbimento radicale e coleoptile di contatto, assorbimento fogliare sistemica, assorbimento fogliare e radicale (variabile) sistemica, asso radicale, coleoptile e fogliare (meno importante) di contatto, assorbimento fogliare sistemica, assorbimento fogliare e radicale (meno importante) sistemica, assorbimento radicale, ipocotile, coleoptile (fogliare) sistemica, assorbimento radicale e fogliare (meno importante) sistemica, assorbimento radicale e fogliare (meno importante) sistemica, assorbimento radicale e fogliare (meno importante) sistemica, assorbimento radicale, ipocotile, coleoptile, germinelli sistemica, assorbimento radicale e fogliare (meno importante) sistemica, assorbimento radicale, ipocotile, coleoptile, germinelli di contatto, assorbimento radicale e ipocotile (fogliare) di contatto, assorbimento fogliare e radicale (meno importante) di contatto/sistemica, assorbimento radicale, ipocotile, coleoptile di contatto, assorbimento fogliare sistemica, assorbimento radicale e germinelli sistemica, assorbimento radicale, ipocotile, coleoptile, germinelli sistemica, assorbimento fogliare e radicale sistemica, assorbimento fogliare e radicale (meno importante)</p>	<p>F3: inibizione biosintesi pigmenti carotenoidi K1: inibizione assemblaggio microtubuli, div cellulare C3: inibizione fotosintesi a livello del fotosistema II C3 F3 O: azione simile acido indolacetico (auxine sintetiche) C1: inibizione fotosintesi a livello del fotosistema II K2: inibizione mitosi e organizzazione microtubuli C1 O N: inibizione sintesi lipidi (senza inibizione ACCasi) C1 B: inibizione enzima acetolattato sintetasi (ALS) F2: inib enzima idrossifenil-piruvato-diossigenasi (HPPD) C1 C2: inibizione fotosintesi a livello del fotosistema II C1 K3: inibizione processi di divisione e distensione cellulare C1 K3 E: inibizione enzima protoporfirinogeno ossidasi (PPO) E K1 C3 K1 K3 F2 B</p>



Principali molecole utilizzate nelle colture minori



Molecole	Modalità d'azione	Meccanismo d'azione (Gruppo HRAC)
Graminici specifici ad azione fogliare (7 molecole)		
ciclossidim	sistemica, assorbimento fogliare	A: inibizione enzima Acetil-CoA carbossilasi (ACCasi)
ciclossidim	sistemica, assorbimento fogliare	A
cletodim	sistemica, assorbimento fogliare	A
fluazifop-p-butile	sistemica, assorbimento fogliare	A
propaquizafop	sistemica, assorbimento fogliare	A
quizalofop-etile is.	sistemica, assorbimento fogliare	A
quizalofop-p-etile	sistemica, assorbimento fogliare	A
tepraloxidim	sistemica, assorbimento fogliare	A

Principali molecole utilizzate nelle colture minori



Erbicidi ad azione totale (3 molecole)

amitrole	sistemica, assorbimento fogliare (radicale)	F3
diquat	di contatto, assorbimento fogliare	D: inibizione fotosintesi a livello del fotosistema I G: inibizione enzima EPSP
glifosate	sistemica, assorbimento fogliare	sintasi

**Importanza nella pratica della falsa semina
+ schermatura tra le file, pre-ricaccio (colture perennanti)**

Meccanismo d'azione: inibizione dell'enzima Acetil-CoA Carbossilasi (ACCasi) e conseguente arresto della biosintesi degli acidi grassi preposti alla formazione delle membrane cellulari e della cuticola

GRUPPO HRAC: A

FAMIGLIA CHIMICA: Arilossifenossipropionati (“fop”)

- **Modalità di azione:** sistemica, assorbimento fogliare (< radicale)

Nome comune	Marchio registrato	Anno introduzione (Italia)	Settore d'impiego
Fluazifop-p-butyl	Fusilade	1989	Colture varie a foglia larga
Propaquizafop	Agil	1997	Colture varie a foglia larga
Quizalofop-p-ethyl	Targa	1992	Colture varie a foglia larga

FAMIGLIA CHIMICA: Cicloesenoni (“dim”)

- **Modalità di azione:** sistemica, assorbimento fogliare
- **Epoca di impiego:** post-emergenza **Attività erbicida:** graminacee annuali e perenni

Nome comune	Marchio registrato	Anno introduzione (Italia)	Settore d'impiego
Cycloxydim	Stratos	1991	Colture varie a foglia larga
Clethodim	Select	1996	Colture varie a foglia larga
Tepraloxymid	Aramo	2010	Colture varie a foglia larga

(meccanismo d'azione specifico, alto rischio di selezione di popolazioni di graminacee resistenti)

Meccanismo d'azione: inibizione dell'enzima acetolattato sintetasi (ALS), preposto alla sintesi di alcuni aminoacidi (valina, leucina, isoleucina), con conseguente arresto della sintesi proteica, della divisione cellulare e della crescita della pianta

GRUPPO HRAC: B

FAMIGLIA CHIMICA: Solfoniluree (21 molecole: la più numerosa)

- **Modalità di azione:** sistemica, assorbimento fogliare e radicale (più o meno importante)
- **Epoca di impiego:** post-emergenza, pre-emergenza (chlorsulfuron e flazasulfuron)
- **Attività erbicida:** dicotiledoni, graminacee e monocotiledoni non graminacee

Nome comune	Marchio registrato	Anno introduzione (Italia)	Settore d'impiego
Triflusulfuron-methyl	Safari	1996	Barbabietola da zucchero

Altre FAMIGLIE CHIMICHE: Triazoloni (2), Pirimidinil tio benzoati (1),

Triazolopirimidine (3), Imidazolinoni

- **Modalità di azione:** sistemica, assorbimento fogliare (< radicale)
- **Epoca di impiego:** post-emergenza
- **Attività erbicida:** dicotiledoni, graminacee e monocotiledoni non graminacee (penoxsulam)

Nome comune	Marchio registrato	Anno introduzione (Italia)	Settore d'impiego
Imazamox	Altorex	2001	Fagiolo, fagiolino, fava, favino

(introduzione di varietà tolleranti agli ALS inibitori: es colza)

Meccanismo d'azione (inibizione fotosintesi a livello del fotosistema II) - GRUPPO HRAC: C1

FAMIGLIA CHIMICA: Triazinoni

- **Modalità di azione:** sistemica, assorbimento radicale (< fogliare)
- **Epoca di impiego:** pre-emergenza, post-emergenza
- **Attività erbicida:** dicotiledoni e graminacee annuali

• **metribuzin:** importante in miscela con altri residuali per il diserbo preventivo di altre colture minori (*Amaranthus spp.* resistenti), ecc.

Nome comune	Marchio registrato	Anno introduzione (Italia)	Settore d' impiego
Metribuzin	Sencor	1972	Asparago, carota
Metamitron	Goltix	1978	Bietole, spinacio

FAMIGLIA CHIMICA: Uracili, Piridazinoni, Fenil carbammati

Nome comune	Marchio registrato	Anno introduzione (Italia)	Settore d' impiego
Lenacil	Venzar	1971	Barbabietola, spinacio

Nome comune	Marchio registrato	Anno introduzione (Italia)	Settore d' impiego
Chloridazon	Pyramin	1965	Bietole e spinacio

Nome comune	Marchio registrato	Anno introduzione (Italia)	Settore d' impiego
Phenmedipham	Betanal	1976	Bietole e spinacio
Desmedipham		1987	Barbabietola

Principi attivi selettivi ammessi nelle colture minori e relativi tempi di sicurezza

Molecole	Chenopodiacee bietola da costa bietola da foglia bietola rossa o da orto barbabietola da zuccheri spinacio	Composite lattughe e simili carciofo cardo	Crucifere cavolfiore cavolo cappuccio cavolo di bruxelles cavolo broccolo colza ravanello rucola	Cucurbitacee cetriolo cocomero melone zucca zucchini	Graminacee mais dolce	Leguminose cece fagiolo fagiolino fava favino lenticchia lupino lupinella	Liliacee asparago aglio cipolla porro scalogno	Ombrellifere carota coriandolo finocchio sedano prezzemolo	Solanacee peperone
Erbicidi residuali e fogliari (28 molecole)									
aclonifen		0					0	0	
benfluralin									
bentazone					60	30 30 30 30			
bromoxinil						0 0 0 0	30 30 30		0
clomazone				40			0	60 0 0	
clopiraliid	0		0 0 0 0 0				0 0 0		
cloridazon	20 20 20 45	30					30 30		
clorprofam							30 30		
desmedifam									
dicamba							20		
etofumesate									
fenmedifam	28 28 0 28								
imazamox						35 35 35 35			
isossafutolo					0				
lenacil		30 30							
linuron		60				60 60	60	60 60 60	
metamitron	45 45 45 0 45						60		
metazaclor		0	0 0 0 0 0				0		
metribuzin							60	60	
napropamide			0 0						
oxadiazon		0 0	0 0 0 0				0 0	0	0
oxifluorfen		0	0 0 0 0				0 0		
pendimetalin		0 0 0	100 100 100 100 0			0 60 60 0 0	60 75 75	60 0 75 60	75
piridate		42	49 42 42 48		0	45 45	0 21 21 28 21		
propizamide		0 0							
S-metolaclor	0 0 0 0					0			
tembotrione					60				
triflusaluron-metile		0							
Graminicidi specifici ad azione fogliare (7 molecole)									
ciclossidim	100	30	60 60	100 30		60 30		80	
ciclossidim	100 20	30 20	60 60	100 30		60 30	20 60 60	80 30	20
cletodim	60								
fluazifop-p-butile	60	30 30		60 30	30	0 0 0	30	30 30 30	30
propaquizafop	60 30	15 30	30	60		30	30 0 30	30	
quizalofop-etile isomero	60 20	60 30 "0"	60 60	60		20	30 60	30	
quizalofop-p-etile	60 20	15 30	30 60	60		20	30 60	30	
tepraloxidim	56								

Candidati alla sostituzione (28,5 %)
(consentito mantenimento per colture minori: Art. 51 Reg. 1107/09)

Strategie di impiego degli erbicidi selettivi

*(1) clopiralid (no Lontrel 72SG: altri formulati)

*(2) fenmedifam (no Betanal SE: altri formulati)

Chenopodiacee	seminate		
	pre-emergenza	post-emergenza	
bietola da costa	cloridazon metamitron S-metolaclor	fenmedifam	
bietola da foglia	metamitron S-metolaclor	clopiralid*(1) fenmedifam	
bietola rossa o da orto	cloridazon metamitron	clopiralid*(1) fenmedifam*(2)	
bietola da zucchero	cloridazon etofumesate lenacil metamitron S-metolaclor	clopiralid cloridazon desmedifam etofumesate fenmedifam lenacil metamitron propizamide triflusulfuron-metile	graminici specifici (7)
spinacio	cloridazon metamitron lenacil S-metolaclor	fenmedifam lenacil	graminici specifici (4)

Altri non disponibili al momento: triallate (barbabietola da zucchero e spinacio)

Strategie di impiego degli erbicidi selettivi

Composite	seminate		trapiantate	
	pre-emergenza	post-emergenza	pre-trapianto	post-trapianto
cardo	pendimetalin	graminici specifici (1)*(7)	pendimetalin	graminici specifici (1)*(7)
lattughe e simili	benfluralin *(1)	graminici specifici (5)*(6)	benfluralin	graminici specifici (5)*(6)
	clorprofam *(2)		clorprofam*(2)	
	propizamide		propizamide	
			oxadiazon*(4)	
			pendimetalin	
			propizamide	

Altri non disponibili al momento: triallate (cicoria)

*(1) pre-semina

*(2) pre-emergenza (cicoria e scarola); pre e post-trapianto (lattughe, indivie, radicchio)

*(3) impiego in schermatura

*(4) limitazioni per radicchio

*(5) limitare bagnatura della vegetazione

*(6) Quizalofop-etile isomero solo per radicchio

*(7) Quizalofop-p-etile solo per colture non commestibili



Strategie di impiego degli erbicidi selettivi

Composite	propagazione agamica		
	pre-impianto	pre-ricaccio	post-em/post-ricaccio
carciofo	linuron	linuron	graminici specifici (5)
	metazaclor	metazaclor	linuron*(5)
	oxadiazon	oxadiazon	oxadiazon*(3)
	oxifluorfen	oxifluorfen	oxifluorfen*(3)
	pendimetalin	pendimetalin	piridate
	propizamide	propizamide	pendimetalin*(5) propizamide

*(3) impiego in schermatura

*(5) limitare bagnatura della vegetazione



Crucifere	seminate		trapiantate			
	pre-emergenza	post-emergenza	pre-trapianto	post-trapianto		
cavolfiore	napropamide	clopiraliid piridate	graminiciidi specifici (3)	napropamide oxadiazon oxifluorfen*(5) pendimetalin	clopiraliid metazaclor piridate	graminiciidi specifici (3)
altri cavoli	napropamide*(4)	clopiraliid piridate	graminiciidi specifici (5)*(6)	napropamide*(4) oxifluorfen*(5) pendimetalin	clopiraliid metazaclor piridate	graminiciidi specifici (5)*(6)
colza	clomazone metazaclor pendimetalin	clopiraliid imazamox*(7) metazaclor propizamide*(2)	graminiciidi specifici (5)*(6)			
ravanello da seme			graminiciidi specifici(1)			
rucola	benfluralin*(1) propizamide*(3)	propizamide*(3)	graminiciidi specifici(1)			

(1) Pre-semina_(2) Limitazioni propizamide per colza: solo Erbikus 400SC - Zammo (Cheminova)_*(3) Limitazioni propizamide per rucola: solo Mig 40SC_*(4) Limitazioni napropamide: solo cavolo cappuccio_*(5) Limitazioni oxifluorfen per cavoli: Mannix (Sumitomo)_*(6) Graminiciidi specifici 4 per cavolo cappuccio, 1 per cavolo broccolo, 0 per altri_*(7) Colza varietà resistenti (Cleranda - Basf)

Strategie di impiego degli erbicidi selettivi:

Cucurbitacee

	seminate		trapiantate	
	pre-emergenza	post-emergenza	pre-trapianto	post-trapianto
cetriolo		graminici specifici (1)		graminici specifici (1)
cocomero				
melone				graminici specifici (3)
zucca				
zucchino	clomazone		graminici specifici (2)	clomazone clomazone graminici specifici (2)



Strategie di impiego degli erbicidi selettivi:

Graminacee	seminate	
mais dolce	pre-emergenza	post-emergenza
	isossaflutolo	bromoxinil piridate tembotrione



Leguminose	seminate		
	pre-emergenza	post-emergenza	
cece	pendimetalin*(1)	piridate	
fagiolino	clomazone linuron pendimetalin	bentazone imazamox	graminici di specifici (4)
fagiolo	clomazone linuron pendimetalin S-metolaclor	bentazone imazamox piridate	graminici di specifici (3)
fava/favino	clomazone imazamox pendimetalin	bentazone imazamox	graminici di specifici (1)*(2)
lenticchia		piridate	
lupinella		propizamide	
lupino			

***(1) Limitazioni F.C.; *(2) 1 graminicida specifico per coltura**



Strategie di impiego degli erbicidi selettivi:

Liliacee	propagazione agamica post-impianto post-raccolta/pre-ricaccio		
asparago	oxadiazon	clomazone dicamba linuron metribuzin*(1) oxadiazon pendimetalin piridate	graminicidi specifici (2)

***(1) Limitazioni F.C.**



Liliacee	seminate		trapiantate		
	pre-emergenza	post-emergenza	pre-trapianto	post-trapianto	
aglio			metazaclor oxadiazon oxifluorfen*(2) pendimetalin	bromoxinil clopirald metazaclor oxifluorfen*(2) pendimetalin piridate	graminici specifici (3)
cipolla	clorprofam pendimetalin	aclonifen bromoxinil clopirald clorprofam oxifluorfen*(2) pendimetalin piridate	graminici specifici (5)	pendimetalin aclonifen bromoxinil clopirald clorprofam oxifluorfen*(2) pendimetalin piridate	graminici specifici (5)
porro		piridate	graminici specifici (1)		graminici specifici (1)
scalogno	clorprofam	bromoxinil clopirald clorprofam piridate			

***(2) Limitazioni F.C.**

Altri non disponibili al momento: clopirald (porro)



Ombrellifere	seminate			trapiantate		
	pre-emergenza	post-emergenza		pre-trapianto	post-trapianto	
carota	aclonifen	linuron	graminici specifici (5)			
	clomazone	metribuzin				
	linuron	pendimetali n				
	pendimetalin					
coriandolo	clomazone					
	pendimetalin					
finocchio	clomazone	linuron	graminici specifici (2)	clomazone	linuron	graminici specifici (2)
	linuron	pendimetali n		linuron	pendimetali n	
	oxadiazon			oxadiazon		
	pendimetalin			pendimetalin		
prezzemolo						
sedano						

Strategie di impiego degli erbicidi selettivi:

Solanacee	trapiantate		
	pre-trapianto	post-trapianto	
peperone	oxadiazon pendimetalin	clomazone	graminicidi specifici (2)



Conclusioni

“Gestione integrata delle malerbe con le attuali disponibilità di molecole”

Colture minori (circa 40 considerate)

35 molecole selettive, di cui 28,5 % “candidate alla sostituzione”
(+ altre di possibile deroga?)

Molecole registrate - Formulati commerciali ?

- **sufficiente**

disponibilità attuale
(3 colture in tutte le epoche
di intervento: 7,5 %)

- **limitata** disponibilità attuale

- **insufficiente** disponibilità attuale

- **nessuna disponibilità**

(45 % delle colture minori non hanno molecole
sufficienti per il contenimento delle malerbe)

- Razionalizzare l'impiego dei mezzi chimici

(avvicendamento temporale e spaziale di erbicidi con diversi meccanismi d'azione)

- Integrare diserbo chimico con altri mezzi di controllo - non sempre sufficiente

(le resistenze agli erbicidi condizioneranno sempre più le strategie di gestione)

- Attesa ulteriore riduzione di molecole: crescenti difficoltà di gestione delle malerbe nelle colture minori (sperimentazione: necessarie estensioni di impiego)