

ESPERIENZE SPERIMENTALI CON UNA NUOVA FORMULAZIONE ZC A BASE DI CLOMAZONE, MESOTRIONE E TERBUTILAZINA PER IL DISERBO DI PRE EMERGENZA E POST- EMERGENZA DEL MAIS

A. GUARNONE, C. ABBIATI, D. BELLOTTO, F. GUASTAMACCHIA, A. CUTINI,
M.BERNARDINI, S. PASSARIELLO
Sipcam Italia SpA, Via Sempione 195 Pero (MI)
aguarnone@sipcam.it

RIASSUNTO

Si riportano le principali caratteristiche di Tonale[®], una nuova formulazione a base di clomazone (40 g/L), mesotrione (75 g/L) e terbutilazina (375 g/L) per il controllo selettivo di graminacee e dicotiledoni infestanti il mais. Le tre sostanze attive sono combinate in una esclusiva formulazione ZC, ovvero una sospensione concentrata di mesotrione e terbutilazina (SC) in cui sono sospese le microcapsule di clomazone (CS), con un rapporto tra le sostanze attive studiato per garantire efficacia sulle infestanti e nel contempo selettività sulla coltura. Il prodotto si caratterizza per l'ampio spettro di azione sulle principali dicotiledoni e graminacee infestanti del mais, incluse alcune ruderali emergenti. Le prove sperimentali condotte nel triennio 2015-17 hanno dimostrato la buona efficacia e selettività del prodotto con applicazione sia in pre emergenza che in post emergenza precoce della coltura.

Parole chiave: efficacia, selettività, Tonale

SUMMARY

FIELD EXPERIMENTS WITH A NEW READY MIX ZC FORMULATION (CLOMAZONE, MESOTRIONE, TERBUTHYLAZINE) FOR BOTH PRE-EMERGENCE AND POST-EMERGENCE WEED CONTROL IN CORN

The main characteristics of Tonale[®], new herbicide based on clomazone (40 g/L), mesotrione (75 g/L) and terbuthylazine (375 g/L) ready mix are reported. The product is a ZC formulation based on microencapsulated clomazone (CS) suspended in a SC formulation based on mesotrione and terbuthylazine. The ratio of the three actives combined with the ZC formulation grants both high efficacy on weeds and crop safety. The product owns a wide spectrum on main grasses and broad leaf weeds, including some emerging weeds. The field experiments carried out over three years (2015-17) proved this product has both good efficacy and selectivity when used in pre emergence or early post emergence of the crop.

Keywords: efficacy, crop safety, Tonale

INTRODUZIONE

Il diserbo preventivo del mais è stabilmente una pratica eseguita nella quasi totalità dell'areale di coltivazione della coltura, se si eccettuano i terreni torbosi per i noti problemi legati all'adsorbimento colloidale che riduce l'efficacia residuale delle molecole.

La generalizzata tendenza ad anticipare le semine favorisce le specie microterme che possono competere con maggiore successo nelle fasi iniziali quando il mais può avere uno sviluppo iniziale più lento. Queste condizioni determinano la necessità di ampliare il periodo di azione preventiva dei trattamenti, valorizzando l'impiego di combinazioni di erbicidi dotati di buona persistenza associata ad una azione complementare e sinergica, al fine di contrastare i fenomeni di sostituzione floristica oltre che per gestire la problematica delle resistenze.

Sulla base di queste premesse, la società Sipcam, sfruttando le esperienze maturate nello sviluppo di tecnologie formulative applicate alle molecole erbicide, ha messo a punto un

nuovo formulato, Tonale[®], di imminente registrazione in Italia per il contenimento di infestanti graminacee e dicotiledoni nel mais.

Caratteristiche tecniche del formulato

Il prodotto è una associazione di tre noti principi attivi (clomazone, mesotrione e terbutilazina) combinati in un rapporto specificatamente studiato sulla base della sinergia tra di essi, in termini di efficacia e selettività. In tabella 1 sono riassunte le principali caratteristiche delle tre sostanze attive.

Tabella 1. Principali caratteristiche delle sostanze attive contenute nel formulato

Parametri	Clomazone	Mesotrione	Terbutilazina
Famiglia chimica	Ossazolidinoni	Trichetoni	Triazine
Meccanismo di azione (HRAC)	F4	F2	C1
Modalità di assorbimento	Radici e ipocotile	Radici e foglie	Radici e foglie
Comportamento nel terreno (DT50)	15-47 giorni	2-8 giorni	4-12 mesi
Solubilità in acqua	1,1 g/L (25 °C)	0,16 mg/L (20 °C)	8,5 mg/L (20 °C)

Il clomazone è un inibitore della sintesi dei carotenoidi (inibizione dell'intermedio GGPP geranyl geranyl pirofosfato) con attività spiccatamente residuale. Ha la capacità di riattivarsi con l'umidità e contenere le nascite scalari delle infestanti. Possiede uno spettro di azione che comprende sia graminacee annuale che alcune importanti dicotiledoni infestanti del mais, tra cui *Abutilon theophrasti*, *Bidens tripartita*, *Galinsoga parviflora*, *Portulaca oleracea* e *Solanum nigrum* (Domenichini et al., 2000). Anche il mesotrione è un inibitore della sintesi dei carotenoidi ma attraverso una via metabolica differente (inibitore dell'enzima p-idrossifenilpiruvato). Possiede un ampio spettro di azione prevalentemente dicotiledonica, incluse alcune ciperacee (*Cyperus esculentus* e *C. rotundus*), ma è in grado di contenere anche alcune graminacee nei primi stadi di sviluppo, in particolare *Echinochloa crus galli* (Béraud et al., 2001). La terbutilazina agisce inibendo il trasporto di elettroni a livello del fotosistema II (PS II) con un assorbimento prevalentemente per via radicale. E' dotata di un ampio spettro di azione che copre le principali infestanti a foglia larga del mais; svolge inoltre una rilevante azione sinergica, in particolare con gli inibitori dei carotenoidi contribuendo al completamento dell'azione graminicida degli altri due principi attivi (Fabbri et al., 2016). Il formulato presenta un'elevata concentrazione dei principi attivi in una formulazione ottimizzata per mantenere la stabilità di tutti i componenti presenti. Le tre sostanze attive (s.a.) sono presenti in ragione di 40 g/L di clomazone, 75 g/L di mesotrione e 375 g/L di terbutilazina. Tecnicamente si tratta di una formulazione ZC, ovvero una sospensione concentrata (SC) di mesotrione e terbutilazina in base acquosa in cui sono sospese le microcapsule di clomazone.

Le microcapsule sono costituite da una membrana polimerica specificamente studiata per modulare la fuoriuscita di clomazone al momento dell'applicazione. Questa caratteristica è determinante per garantire al contempo l'efficacia sulle infestanti e una migliore selettività verso il mais.

Il prodotto si impiega in pre emergenza o in post emergenza precoce della coltura a dosaggi modulabili in funzione dell'epoca di applicazione e della tipologia di terreno. In tabella 2 sono riassunti i dosaggi di impiego proposti. Il volume di acqua raccomandato varia da 200 a 400 L/ha.

Tabella 2. Tonale: dosi ed epoche di impiego sul mais

Dose d'impiego L/ha f.c.	Dose di s.a. (g/ha)			Epoca di impiego
	Clomazone	Mesotrione	Terbutilazina	
1,7	68	127,5	637,5	Pre emergenza
2	80	150	750	
-----	-----	-----	-----	-----
1,5	60	112,5	562,5	Post emergenza precoce (BBCH 11-13)
2	80	150	750	

MATERIALI E METODI

Il formulato è stato sperimentato in Italia a partire dal 2015 nelle principali aree rappresentative per la coltura del mais (Lombardia, Piemonte, Veneto, Friuli Venezia Giulia). Le prove parcellari sono state eseguite dal Servizio Sperimentazione di Sipcam Italia e dal Centro di saggio Biospheres secondo le linee guida europee (EPP0 standard PP 1/135 (3), 1/152(4), 1/181(4) e 1/50 (3)) utilizzando lo schema a blocchi randomizzati o split plot con 4 ripetizioni e con parcelle di almeno 15 m². Le applicazioni sono state eseguite con irroratrici di precisione “Pulval”, ad aria compressa, dotate di barra irroratrice con ugelli a ventaglio che distribuiscono un volume di 400 L/ha di acqua con una pressione di 4 bar. I trattamenti sono stati eseguiti nelle due epoche previste: nella fase di pre emergenza della coltura, con infestanti non ancora emerse e in post emergenza precoce (BBCH 11-13), con infestanti non ancora emerse o in fase di emergenza. Un riepilogo delle prove effettuate nel triennio 2015-2017 è riportato in tabella 3.

La determinazione dell'efficacia è stata eseguita tramite stima visiva del grado di copertura delle singole infestanti da cui è stato ricavato il controllo percentuale di ciascuna specie infestante rispetto alla stessa specie sul testimone non trattato, nella stessa replica, con scala 1-100. La fitotossicità è stata espressa in tutte le prove utilizzando valori percentuali (0-100), considerando i seguenti aspetti: necrosi, deformazione fogliare, rallentamento della vegetazione e decolorazione dei tessuti fogliari.

Tabella 3. Riepilogo delle prove di efficacia condotte nel triennio 2015-2017

Anno	N. prove in pre emergenza (BBCH 00)	N. prove in post emergenza precoce (BBCH 11-13)
2015	2	2
2016	8	11
2017	10	9
Totale	20	22

RISULTATI E DISCUSSIONE

Efficacia su infestanti graminacee

Le sperimentazioni condotte nel triennio 2015-17 con il formulato Tonale, impiegato alla dose prevista dall'etichetta proposta hanno confermato, per le applicazioni di pre emergenza, una elevata attività erbicida, con valori medi di efficacia compresi tra 91 e 98,3%, paragonabile allo standard di riferimento, sulle principali infestanti graminacee annuali diffuse negli areali maidicoli della pianura padana, in particolare *E. crus-galli*, *Setaria viridis* e

Sorghum halepense (da seme). Nei confronti di *Digitaria sanguinalis* l'efficacia è stata più variabile in funzione della pressione dell'infestante, ma comunque con valori medi di efficacia nel triennio del 91%.

Nelle prove condotte in post emergenza precoce si è confermata l'elevata efficacia erbicida nei confronti di *E. crus-galli* e di *S. viridis*, mentre per *S. halepense* il contenimento dell'infestante è risultato inferiore rispetto a quanto ottenuto in pre emergenza, principalmente nel caso in cui l'infestante sia già completamente emersa al momento dell'applicazione.

Un riepilogo dell'attività erbicida nei confronti delle infestanti graminacee è riassunto nelle tabelle 4 e 6.

Tabella 4. Efficacia media di clomazone + mesotrione + terbutilazina (Tonale) su infestanti graminacee del mais applicato in pre emergenza della coltura-2015-2017, percentuale di controllo (media e valore minimo e massimo) a 30-40 giorni dal trattamento

Infestante	N. prove	Tonale Dose g. s.a./ha (80+150+750)	Standard Dose g. s.a./ha (1250+150+750)
<i>Echinocloa crus-galli</i>	15	93,6 (74-100)	95,2 (74,1-100)
<i>Digitaria sanguinalis</i>	3	91,05 (82,1-100)	100 (100-100)
<i>Setaria viridis</i>	5	98,3 (93,4-100)	99,2 (96,2-100)
<i>Sorghum halepense</i> (da seme)	8	94,3 (79-100)	97,3 (92-100)

Standard = s-metolaclor + mesotrione + terbutilazina

Efficacia su infestanti dicotiledoni

Nei confronti delle principali infestanti dicotiledoni il formulato a tre vie ha confermato il costante ed elevato contenimento delle malerbe sia in pre emergenza che in post emergenza precoce, grazie alla sinergia tra le s.a. e alle modalità di azione tra loro complementari. Da segnalare l'elevata attività erbicida nei confronti di alcune malerbe non sempre di facile contenimento in pre emergenza come *Acalipha virginica* e *Ambrosia* spp.

Nel complesso lo spettro di azione del prodotto è risultato del tutto comparabile con lo standard di riferimento utilizzato nelle prove, a base di s-metolaclor, mesotrione e terbutilazina, come riassunto nelle tabelle 5 e 7.

Selettività sulla coltura

Nelle tabelle 8 e 9 sono riportati i valori medi di fitotossicità rilevati in alcune delle prove sperimentali di efficacia condotte nel triennio 2015-17. Sulle 42 prove realizzate, solamente in 8 di esse sono stati rilevati deboli fenomeni di fitotossicità, in particolare a seguito di un evento piovoso successivo all'applicazione dell'erbicida. La sintomatologia rilevata è da ascrivere a fenomeni transitori di decolorazione (sbiancamento) della lamina fogliare che tendono a regredire dopo alcune settimane dall'applicazione, generalmente dopo lo stadio BBCH 16. In ogni caso, i sintomi di decolorazione fogliare comparsi dopo le applicazioni sia di pre emergenza che di post emergenza precoce sono stati sempre al di sotto del limite di accettabilità agronomica, corrispondente ad una percentuale di fitotossicità compresa tra il 10 e il 12,5%.

Tabella 5. Efficacia di clomazone + mesotrione + terbutilazina (Tonale) su infestanti dicotiledoni del mais applicato in pre emergenza della coltura-2015-2017, percentuale di controllo (media e valore minimo e massimo) a 30-40 giorni dal trattamento

Infestante	N. prove	Tonale Dose g. s.a./ha 80+150+750	Standard Dose g. s.a./ha 1250+150+750
<i>Abutilon theophrasti</i>	14	99,4 (95-100)	99,6 (98,3-100)
<i>Acalipha virginica</i>	10	100 (100-100)	99,7 (97,9-100)
<i>Amaranthus</i> spp.	10	97,0 (75-100)	97,2 (75-100)
<i>Ambrosia</i> spp.	1	100 (100-100)	100 (100-100)
<i>Chenopodium album</i>	18	98,4 (75-100)	98,4 (75-100)
<i>Euphorbia maculata</i>	1	100 (100-100)	100 (100-100)
<i>Galinsoga parviflora</i>	2	100 (100-100)	100 (100-100)
<i>Polygonum aviculare</i>	2	100 (100-100)	100 (100-100)
<i>Polygonum persicaria</i>	2	100 (100-100)	100 (100-100)
<i>Portulaca oleracea</i>	5	99,8 (99,4-100)	100 (100-100)
<i>Solanum nigrum</i>	17	100 (100-100)	99,5 (92,3-100)
<i>Sonchus</i> spp.	4	100 (100-100)	100 (100-100)

Standard = s-metolaclo + mesotrione + terbutilazina

Tabella 6. Efficacia di clomazone + mesotrione + terbutilazina (Tonale) su infestanti graminacee del mais applicato in post emergenza precoce della coltura (BBCH 11-13) 2015-2017, percentuale di controllo (media e valore minimo e massimo) a 30-35 giorni dal trattamento

Infestante	N. prove	Tonale Dose g. s.a./ha 80+150-750	Standard Dose g. s.a./ha 1250+150+750
<i>Echinochloa crus-galli</i>	12	97,1 (84,3-100)	96,7 (87,5-100)
<i>Setaria viridis</i>	3	93,5 (81,5-100)	99,7 (99,3-100)
<i>Sorghum halepense</i> (da seme)	11	79,7 (40-100)	82,9 (46,7-100)

Tabella 7. Efficacia di clomazone + mesotrione + terbutilazina (Tonale) su infestanti dicotiledoni del mais applicato in post emergenza precoce della coltura (BBCH 11-13) 2015-2017

Percentuale di controllo (media e valore minimo e massimo) a 30-35 giorni dal trattamento

Infestante	N. prove	Tonale Dose g. s.a./ha 80+150-750	Standard Dose g. s.a./ha 1250+150+750
<i>Abutilon theophrasti</i>	16	99,7 (97,5-100)	99,8 (97,5-100)
<i>Acalipha virginica</i>	8	99,9 (99,3-100)	99,7 (97,9-100)
<i>Amaranthus</i> spp.	12	100 (100-100)	100 (100-100)
<i>Ambrosia</i> spp.	1	100 (100-100)	100 (100-100)
<i>Chenopodium album</i>	20	100 (100-100)	98,4 (70,4-100)
<i>Euphorbia maculata</i>	1	100 (100-100)	100 (100-100)
<i>Galinsoga parviflora</i>	3	100 (100-100)	100 (100-100)
<i>Polygonum persicaria</i>	6	100 (100-100)	100 (100-100)
<i>Portulaca oleracea</i>	6	100 (100-100)	96,7 (83,3-100)
<i>Solanum nigrum</i>	17	99,3 (88,9-100)	99,8 (96,7-100)
<i>Sonchus</i> spp.	4	100 (100-100)	100 (100-100)

Tabella 8. Valori di fitotossicità rilevata nelle prove di efficacia con applicazione in pre emergenza. Dati espressi come percentuale media di decolorazione (sbiancamento)

Anno	Codice prova	% media decolorazione fogliare a 11 DAA		% media decolorazione fogliare a 20 DAA		% media decolorazione fogliare a 30 DAA	
		Tonale 2 L/ha f.c.	Standard 4 L/ha f.c.	Tonale 2 L/ha f.c.	Standard 4 L/ha f.c.	Tonale 2 L/ha f.c.	Standard 4 L/ha f.c.
2016	EMA10_16	11,3	0	1,5	0	0,3	0
Anno	Codice prova	% media decolorazione fogliare a 29-34 DAA		% media decolorazione fogliare a 46 DAA			
		Tonale 2 L/ha f.c.	Standard 4 L/ha f.c.	Tonale 2 L/ha f.c.	Standard 4 L/ha f.c.		
2017	EMA01_2017 R&D 04	11,3	0	1,5	0		
2017	EMA01_2017 R&D 06	0,2	0	0	0		

DAA=giorni dall'applicazione

Standard=s-metolaclor 1250 g/ha + mesotrione 150 g/ha + terbutilazina 750 g/ha

Tabella 9. Valori di fitotossicità rilevata nelle prove di efficacia con applicazione in post emergenza precoce (BBCH 11-13). Dati espressi come percentuale media di decolorazione (sbiancamento)

Anno	Codice prova	% media decolorazione fogliare a 25 DAA		% media decolorazione fogliare a 40 DAA	
		Tonale 2 L/ha f.c.	Standard 4 L/ha f.c.	Tonale 2 L/ha f.c.	Standard 4 L/ha f.c.
2015	EMA09_2015_R&D 38	2,0	0	0	0
Anno	Codice prova	% media decolorazione fogliare a 14-19 DAA		% media decolorazione fogliare a 23-28 DAA	
		Tonale 2 L/ha f.c.	Standard 4 L/ha f.c.	Tonale 2 L/ha f.c.	Standard 4 L/ha f.c.
2016	EMA02_2016_R&D 37	7,5	0	5	0
2016	EMA16_16	5,9	4,6	1,3	0
Anno	Codice prova	% media sbiancamento fogliare a 11-13 DAA		% media sbiancamento fogliare a 25 DAA	
		Tonale 2 L/ha f.c.	Standard 4 L/ha f.c.	Tonale 2 L/ha f.c.	Standard 4 L/ha f.c.
2017	EMA02_2017_R&D 06	0,9	0	0	0
2017	EMA02_2017_R&D 10	1,5	0	0	0

DAA=giorni dall'applicazione

Standard=s-metolaclor 1250 g/ha + mesotrione 150 g/ha + terbutilazina 750 g/ha

CONCLUSIONI

Le tre note sostanze attive clomazone, mesotrione e terbutilazina, combinate nel formulato Tonale in una innovativa formulazione ZC con un appropriato e bilanciato rapporto tra le molecole erbicide, rappresentano una nuova soluzione per il diserbo del mais. Il prodotto dispone di un ampio spettro di azione sulle principali infestanti graminacee e dicotiledoni, incluse alcune ruderali, ed è caratterizzato da una buona selettività sulla coltura. E' impiegabile sia in pre emergenza della coltura che in post emergenza precoce sino allo stadio di tre foglie del mais, evidenziando una ampia flessibilità di impiego grazie alla complementarietà delle tre sostanze attive, al loro effetto sinergico e alla modalità di azione che prevede un assorbimento sia per via radicale che fogliare. Il diverso meccanismo di azione delle molecole contribuisce inoltre a ridurre i rischi di insorgenza di resistenze.

LAVORI CITATI

- Béraud J.M., Compagnon J.M., Kay F., 2001. La mesotrione, herbicide selectif du mais. *Phytoma La défense des vegetaux*, 542, 41-44.
- Domenichini P., Luccini G., Fernandez G., Laffranque J.P., 2000. Clomazone, nuovo erbicida appartenente alla famiglia chimica delle isoxazolidone. Pluriennali esperienze sperimentali su riso e tabacco. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 425-432.
- Fabbri M., Campagna G., 2016. Strategie e prodotti disponibili per il diserbo preventivo del mais. *L'Informatore Agrario*, 6, 48-54.