ATTI *Giornate Fitopatologiche*, 2000, 2, 425-432

CLOMAZONE, NUOVO ERBICIDA APPARTENENTE ALLA FAMIGLIA CHIMICA DELLE ISOXAZOLIDONE. PLURIENNALI ESPERIENZE SPERIMENTALI SU RISO E TABACCO

P. DOMENICHINI[1], G. LUCCINI[1], G. FERNANDEZ[2], J.P. LAFFRANQUE[2]
[1] SIPCAM Servizio Sperimentazione - Via Vittorio Veneto, 81 – Salerano sul Lambro (LO)
[2]FMC Europe NV - Avenue Louise 480 – Bte 9 – Bruxelles

RIASSUNTO

Il clomazone, nella formulazione 360 g/l microincapsulata, è un nuovo principio attivo utilizzato sia per il diserbo del riso seminato in acqua in post-emergenza precoce dell'*Echinochloa* spp., che per quello di pre-emergenza del riso coltivato secondo la tecnica della semina in asciutta; su questa coltura viene impiegato per il controllo, oltre che di *Echinochloa* spp., anche di alcune infestanti in foglia larga. Può essere inserito utilmente, vista la sua eccellente selettività nei confronti della coltura e l'interessante spettro d'azione nei confronti delle infestanti, anche nei programmi di diserbo del tabacco, dal pre-trapianto su tutta la superficie al post-trapianto localizzato sulla coltura in pre-emergenza delle infestanti.

Parole chiave: clomazone, riso, tabacco, diserbo.

SUMMARY
CLOMAZONE, NEW ISOXAZOLIDONE HERBICIDE.
EXPERIMENTAL EXPERIENCES ON RICE AND TOBACCO.

Clomazone 360 g/l microincapsulate herbicide is a new active ingredient used both in flooded rice in early post-emergence of *Echinochloa* spp. and in rice seeded in dry soil condition in pre-emergence application for the control of annual grasses and broadleaf weeds. It can be also applied, broadcast or localised over the tobacco plant, in pre-emergence of weeds.

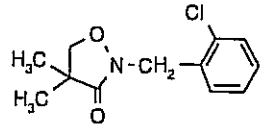
Key words: clomazone, rice, tobacco, weeds control.

INTRODUZIONE

Clomazone è un nuovo erbicida scoperto e sviluppato da FMC Corporation, dotato di una certa flessibilità d'impiego; può essere utilizzato nel diserbo del riso seminato in acqua per il controllo di *Echinochloa* spp. in post-emergenza precoce, normalmente in miscela con prodotti che ne completano lo spettro d'azione (solfoniluree per esempio) ed in quello di pre-emergenza del riso coltivato con la tecnica del riso seminato in asciutta per il controllo di graminacee ed alcune infestanti a foglia larga. Questo nuovo principio attivo può inoltre essere efficacemente utilizzato nel diserbo del tabacco con diverse tecniche applicative che vanno dal pre-trapianto a tutto campo a quello del post-trapianto localizzato sulla coltura. Ulteriori esperienze sperimentali sono in corso di effettuazione per trovare il suo miglior posizionamento tecnico anche su altre colture come: peperone, melone, patata, soia e fagiolo. I risultati di questa sperimentazione non sono oggetto di questa relazione.

Grazie alla sua innovativa formulazione microincapsulata ha dimostrato di possedere non solo un buon profilo tossicologico nei confronti dell'uomo e dei mammiferi in genere, ma anche nei confronti dell'ambiente. Il clomazone è conosciuto anche con il nome in codice di FMC 57020.

Proprietà chimico-fisiche del principio attivo
Nome commerciale: Command 3 ME (negli U.S.A.)
Nome comune: clomazone (BSI, ANSI, draft E-ISO)
Nome chimico (IUPAC): 2-(2-chlorobenzyl)-4,4-dimethyl-1,2-isoxazolidin-3-one
Nome (Chemical Abstracts): 2-[(2-chlorophenyl) methyl]-4,4-dimethyl-3-isoxazolidinone
Formula empirica: $C_{12}H_{14}ClNO_2$
Formula di struttura:



Peso molecolare: 239,7
Stato fisico: liquido viscoso marrone chiaro
Pressione di vapore: 1,92 x 10^{-2}Pa a 25°C
Punto di fusione: 25°C
Solubilità in acqua: 1,1 g/l a 25°C
Kow (coefficiente di ripartizione ottanolo-acqua): log P=2,5
Caratteristiche del formulato
Contenuto in principio attivo: 360 g/l
Tipo di formulazione: capsule in sospensione
Aspetto: liquido marrone
Volatilità: molto leggera
pH: 8,87 a 20°C
Stabilità del formulato: stabile per almeno 2 anni a temperatura ambiente
Caratteristiche tossicologiche del formulato

- Acuta orale DL_{50}: ratto >5000 mg/kg
- Percutanea DL_{50}: ratto >5000 mg/kg
- Inalatoria acuta: ratto >5,21 mg/l
- Irritazione cutanea: coniglio, non irritante
- Sensibilizzazione della pelle: porcellino d'India, leggera sensibilizzazione
- Irritazione oculare: coniglio, non irritante
- Non teratogeno, non mutageno, non carcinogenico e nessun effetto sulla riproduzione (sulla sostanza attiva)

Ecotossicità del formulato

- Trota arcobaleno CL_{50} (96 h): >100 mg/l
- Daphnia magna CL_{50} (48 h): >100 mg/l
- Alga verde EC_{50} (96 h): >100 mg/l
- Lemna minor EC_{50} (7 giorni): >100 mg/l
- Nessun effetto dannoso su api ed altri artropodi utili e lombrichi
- Quaglia/anatra DL_{50}: acuta 2500 mg/kg (sulla sostanza attiva)

Comportamento ambientale

Il clomazone è solubile in acqua, ma viene normalmente adsorbito dalle particelle del terreno, pertanto difficilmente può arrivare a contaminare l'acqua di falda. Studi effettuati nelle condizioni agricole della coltivazione del riso hanno dimostrato che la dissipazione del clomazone è estremamente rapida con una emivita compresa fra 1,5 e 7 giorni. In laboratorio è poco mobile

nei terreni sabbioso-limosi ed argilloso-limosi tipici dei terreni di risaia; è moderatamente mobile nei terreni sabbiosi.

Studi sul comportamento del clomazone nel terreno hanno dimostrato che la sua emivita è compresa fra 28 giorni (terreno limoso-sabbioso) e 99 giorni (terreno molto limoso e limoso-argilloso).

Meccanismo d'azione

L'attività biologica nei confronti delle infestanti è tipica degli erbicidi appartenenti alla famiglia delle isoxazolidone: è un inibitore della sintesi della clorofilla e dei carotenoidi. Il prodotto assorbito dalla pianta attraverso le radici e l'epicotile, viene traslocato rapidamente in senso acropeto nelle foglie. Non trasloca verso il basso e da foglia a foglia; non avviene assorbimento attraverso la foglia. Inibendo la biosintesi dei pigmenti fotosintetici la sua azione si manifesta inizialmente con l'arresto della crescita, cui segue uno sbiancamento delle foglie, poi successivamente il disseccamento delle piantine.

In conseguenza di questo meccanismo d'azione, alcune colture per le quali il prodotto non è specificatamente indicato, se colpite a causa di eventuale deriva possono manifestare chiaramente gli stessi sintomi di sbiancamento che si verificano sulle infestanti sensibili.

Spettro di attività

Il clomazone ha un eccellente spettro d'azione. Risultano particolarmente sensibili alcune graminacee come: *Echinochloa crus galli* (ECHCG), *Digitaria sanguinalis* (DIGSA), *Panicum dichotomiflorum* (PANDI), *Setaria viridis** (SETVI), *Setaria glauca* (SETLU) e *Sorghum halepense** da seme (SORHA).

(*) Queste due infestanti possono essere controllate, ma a dosi più alte rispetto a quelle normalmente usate.

Oryza oryzoides (LEEOR) e *Cynodon dactylon* (CYNDA) sono meno sensibili.

Possiede un buon controllo anche su numerose dicotiledoni come: *Xanthium* spp (XAN spp.), *Portulaca oleracea* (POROL), *Datura stramonium* (DATST), *Chenopodium album* (CHEAL), *Polygonum lapathifolium* (POLLA), *Polygonum persicaria* (POLPE), *Abutilon theophrasti* (ABUTH), *Galinsoga parviflora* (GASPA), *Solanum nigrum* (SOLNI), nonché, in funzione della dose di applicazione, anche *Amaranthus retroflexus* (AMARE), *Amaranthus hybridus* (AMACH) e *Bidens tripartita* (BIDTR).

MATERIALI E METODI

Il clomazone è stato provato dal Servizio Sperimentazione SIPCAM a partire dal 1996 in prove sperimentali parcellari realizzate negli ambienti più rappresentativi della coltivazione, sia del riso (Piemonte e Lombardia) che del tabacco (Veneto).

In tutte le tabelle è riportata la percentuale di controllo delle infestanti rispetto al testimone non trattato.

Riso coltivato in acqua

Le prove sono state impostate con parcelle separate da argini di terra e plastica ondulata e con aperture indipendenti per il ricambio dell'acqua al fine di riprodurre il più possibile la reale pratica agronomica di coltivazione della coltura. La dimensione parcellare è stata di 50-60 m^2 con un minimo di 3 ripetizioni e testimone adiacente. Il prodotto è stato applicato in acqua con pompa a spalla ad aria compressa equipaggiata con barra da diserbo a 6 ugelli erogante media-

mente 500 litri per ettaro. Nelle tabelle n.1, 2 e 3 sono riportate le dosi espresse in g/ha di sostanza attiva e l'epoca di applicazione.

Riso coltivato secondo la tecnica della semina in asciutta (Tabelle n. 4-5-6-7) e tabacco (Tabelle n. 8-9)

Le prove sono state impostate secondo lo schema a blocchi randomizzati con 4 ripetizioni. Le dimensioni delle parcelle in questo caso sono state di 15-18 m^2. Le applicazioni sono state effettuate con attrezzatura sperimentale equipaggiata con barra da diserbo con numero e tipo di ugelli idonei a coprire uniformemente le parcelle da trattare. Normalmente sono stati erogati 500 litri per ettaro di soluzione.

Nel caso del diserbo del riso seminato in asciutta, a circa 40-50 giorni dalla semina è stata fatta seguire l'inondazione della risaia, mentre nel diserbo del tabacco si è sempre preferibilmente operato su terreno umido.

Nelle tabelle n. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 vengono riassunte, per tutti gli impieghi sopra citati, le modalità di applicazione e le dosi di impiego del clomazone.

L'efficacia erbicida è stata sempre valutata in epoche diverse, con stima a vista della copertura delle singole infestanti in ciascuna parcella trattato e testimone.

I dati di efficacia sono stati trasformati come percentuale di controllo rispetto al testimone non trattato e dopo essere stati trasformati in valori angolari, sono stati elaborati statisticamente; le medie sono state confrontate mediante il test di Duncan (p=0,05).

Gli eventuali sintomi di fitotossicità sono stati espressi secondo un valore percentuale del danno, distinguendoli a seconda della sintomatologia (DIR=diradamento; RALL= rallentamento; SBIANC=clorosi fogliare).

RISULTATI E DISCUSSIONE

Nel testo vengono riportati i risultati ricavati da alcune delle più rappresentative prove sperimentali effettuate negli anni a cui si fa riferimento.

A. Attività erbicida su riso coltivato in acqua.

Clomazone 360 g/l CS è stato applicato su risaia allagata con 8-10 cm di acqua alla dose di 250 e 360 g/ha p.a., da solo oppure in miscela estemporanea con una solfonilurea per poterne completare lo spettro d'azione, vista la sua attività nei confronti di *Echinochloa crus galli.*

Nelle prove ove era ipotizzabile la possibile comparsa di *Heteranthera reniformis*, è stato utilizzato in pre-semina l'oxadiazone a dose bassa di 200 g/ha di p.a., al fine di poter controllare questa infestante. Dopo il trattamento con clomazone il livello dell'acqua è stato mantenuto costante per 3-5 giorni in tutte le prove prima del suo ricambio. Il regime idrico successivo all'applicazione del prodotto in post-emergenza, ha seguito quello previsto dalle comuni pratiche agronomiche della coltivazione del riso. Lo stadio di sviluppo dell'infestante "guida" *Echinochloa crus galli* è sempre stato compreso fra 1 e 2 foglie.

Nelle tabelle n. 1, 2 e 3 sono riportati i risultati ottenuti negli anni 1996-97-98 e 99 ove il clomazone è stato impiegato a dosi di 250 e/o 360 g/l p.a. in miscela con bensulfuron metil (bensulf. m.) e con imazosulfuron per il controllo delle infestanti a foglia larga annuali e peren-

nanti, in un calendario che prevedeva l'applicazione di una dose bassa di oxadiazone in pre-semina per il controllo prevalentemente di *Heteranthera reniformis*.

Tabella n.1 - Località: Rosasco (PV) – Anno: 1996 – Semina: 24/4 – Varietà: Elio

Tesi	Dose g/ha p.a.	Epoca	% fitotossicità (1/6)		Infestanti - % controllo (8/6)				
			DIR.	RALL.	ECHCG	HETRE	ALSPA	SCPMU	SCPMA
1.oxadiazone clomazone+ bensuf. m.	300 250+ 60	19/4 15/5	2,5 a	0 a	100 a	100 a	100 a	100 a	97,4 a
2.oxadiazone molinate+ bensulf. m.	300 2178+ 60	19/4 15/5	1,7 a	0 a	100 a	100 a	100 a	100 a	98,3 a
3.Testimone n.t. (% cop.) (*)	-	-	0 a	0 a	- (40)	- (28,6)	- (6,3)	- (12,3)	- (62,1)

Località: Basiglio (MI) – Anno: 1997 – Semina: 25/4 - Varietà: Volano

Tesi	Dose g/ha p.a.	Epoca	% fitotossicità (4/6)		Infestanti - % controllo (12/6)			
			DIR.	RALL.	ECHCG	HETRE	SCPMU	SCPMA
1.oxadiazone clomazone+ bensuf. m.	300 250+ 60	18/4 16/5	1,7 a	0,8 a	93,3 a	100 a	100 a	91,1 a
2.oxadiazone molinate+ bensulf. m.	300 2178+ 60	18/4 16/5	0,8 a	0 a	95,8 a	100 a	100 a	81,9 a
3.Testimone n.t. (% cop.) (*)	-	-	0 a	0 a	- (57)	- (55,2)	- (19,3)	- (63)

(*) (% copertura) = % media di copertura delle singole infestanti sui testimoni non trattati.

Tabella n.2 - Località: Vernate (MI) – Anno: 1998 – Semina: 18/4 - Varietà: Volano

Tesi	Dose G/ha p.a.	Epoca	% fitotossicità (26/5)			Infestanti % controllo (21/7)
			DIR.	RALL.	SBIANC.	ECHCG
1.clomazone	250	14/5	0 a	0 a	1,6 b	79,7 a
2.clomazone	360	14/5	0 a	0 a	6,7 a	90,6 b
3.clomazone+ imazosulfuron	250+ 90	14/5	0 a	0 a	0,8 b	97,8 d
4.(dimepiperate+ molinate)+ imazosulfuron	(1260+ 1765)+ 90	14/5	0 a	0 a	0 c	95,4 cd
5. (dimepiperate+ molinate)	(1260+ 1765)	14/5	0 a	0 a	0 c	94,2 bc
6.Testimone n.t. (% cop.)	-	-	0 a	0 a	0 c	- (56,2)

Tabella n.3 - Località: Trecate (NO) – Anno: 1999 – Semina: 17/4 - Varietà: Balilla

Tesi	Dose g/ha p.a.	Epoca	% fitotoss. (29/6)	Infestanti - % controllo (29/6)		
				ECHCG	ALSPL	SCPMU
1.clomazone+ imazosulfuron	250+ 90	15/5	0 a	99,3 a	96,7 a	100 a
2.clomazone+ imazosulfuron	360+ 90	15/5	0 a	100 a	99,3 a	100 a
3.dimepiperate+ imazosulfuron	2500+ 90	15/5	0 a	99,5 a	96,7 a	100 a
4.cyhalofop b.+ imazosulfuron	300+ 90	15/5	0 a	99,4 a	100 a	100 a
5.Testimone n.t. (% cop.)	-	-	0 a	- (29,2)	- (5)	- (31,7)

B. Attività erbicida su riso coltivato secondo la tecnica della semina in asciutta

Clomazone 360 g/l CS è stato applicato in pre-emergenza della coltura e delle infestanti. Dopo circa 40-50 giorni dalla semina, in funzione anche delle condizioni climatiche, il terreno è stato inondato ed il livello dell'acqua è stato mantenuto a circa 8-10 cm. I movimenti di acqua nella risaia sono successivamente stati quelli normali della tipica conduzione secondo questa tecnica di coltivazione. Nei primi anni di sperimentazione il clomazone è stato impiegato anche in miscela con pendimethalin confrontato con l'attività di altre miscele già note per questo tipo di diserbo. Nelle tabelle n. 4, 5, 6 e 7 sono riportati i risultati di alcune prove effettuate negli anni che vanno dal 1996 al 1999 compreso.

Tabella n.4 - Località: Siziano (MI) – Anno: 1996 – Semina: 10/4 - Varietà: Carnaroli

Tesi	Dose g/ha p.a.	Epoca	% fitotossicità (28/6)	Infestanti (28/6)
				ECHCG
1.clomazone+ pendimethalin	250+ 930	13/4	0 a	95,6 a
2.pendimethalin+ oxadiazone	930+ 500	13/4	0 a	82,6 b
3.pendimethalin+ thiobencarb	930+ 2000	13/4	0 a	89,7 a
4.Testimone n.t. (% cop.)	-	-	0 a	- (28,2)

Tabella n.5 - Località: Scaldasole (PV) – Anno: 1997 – Semina: 4/4 - Varietà: Balilla

Tesi	Dose g/ha p.a.	Epoca	% fitotoss. (23/5)	Infestanti % controllo (23/5)	
				ECHCG	POLPE
1.clomazone+ pendimethalin	250+ 930	8/4	0 a	97,3 a	94,7 a
2.oxadiazone	500	8/4	0 a	28,3 c	49,6 c
3.oxadiazone+ pendimethalin	500+ 930	8/4	0 a	70,8 b	63,2 b
4.tiobencarb+ pendimethalin	2500+ 930	8/4	0 a	72,5 b	72,5 b
5.Tesitmone n.t. (% cop.)	-	-	0 a	- (57,1)	- (32,2)

Tabella n.6 - Località: Cava Manara (PV) – Anno: 1998 – Semina: 1/4 - Varietà: Roma

Tesi	Dose g/ha p.a.	Epoca	% fitotossicità (31/5)	Infestanti % controllo (3/7) ECHCH
1.clomazone	250	2/4	0 a	99,3 a
2.clomazone	500	2/4	0 a	100 a
3.clomazone+ pendimethalin	250+ 930	2/4	0 a	99,5 a
4.pendimethalin	1228	2/4	0 a	53,5 b
5.Testimone n.t. (% cop.)	-	-	0 a	- (100)

Tabella n. 7 - Località: Vernate (MI) – Anno: 1999 – Semina: 25/3 - Varietà: Arborio

Tesi	Dose g/ha p.a.	Epoca	% fitotoss. (21/5)	Infestanti - % controllo (6/6) ECHCG	POLPE
1.clomazone	250	3/4	4,4 b	99,7 a	100 a
2.clomazone	500	3/4	18,8 a	100 a	100 a
3.pendmethalin	1228	3/4	0 c	73,8 c	100 a
4.clomazone+ pendimethalin	250+ 930	3/4	6,3 b	100 a	100 a
5.clomazone+ oxadiazone	250+ 500	3/4	6,3 b	99,5 a	100 a
6.oxadiazone+ pendimethalin	500+ 930	3/4	0 c	90,2 b	100 a
7.Testimone n.t. (% cop.)	-	-	0 c	- (90)	- (42,5)

C. Attività erbicida su tabacco trapiantato

Il clomazone 360 g/l CS è stato provato dal Servizio Sperimentazione SIPCAM negli anni 1998 e 1999 per il controllo delle infestanti nella coltura del tabacco, mentre altre prove sono state effettuate anche da Enti Ufficiali direttamente coinvolti alla problematica del diserbo di questa coltura (Tabacchicoltori Associati Veneti ed Istituto di Agronomia di Perugia).

Nelle prove effettuate dal Servizio Sperimentazione SIPCAM il clomazone 360 g/l CS è stato provato a pieno campo prima del trapianto (T1) in pre-emergenza delle infestanti e anche localizzato sulle piante (T2) su terreno umido in pre-emergenza infestanti..

Le dosi e le modalità d'impiego sono riportate nelle Tabelle n. 8 e 9.

Tabella n.8 - Località: Cerea (VR) – Anno: 1998 – Trapianto: 7/5 - Varietà: Bright

Tesi	Dose g/ha p.a.	Epoca	% fito-tossicità (24/6)	Infestanti - % controllo (24/6) SORHA (seme)	CHEAL	AMARE	POROL
1.clomazone	180	13/5 - T2	0 a	77,5 b	70,2 b	76,3 ab	96,9 ab
2.clomazone	240	13/5 - T2	0 a	71,9 b	71,4 b	58,3 b	86,7 b
3.clomazone	360	13/5 - T2	0 a	87,5 ab	91,0 ab	88,3 ab	100 a
4.pendimeth. clomazone	614 360	6/5 - T1 13/5 - T2	0 a	98,3 ab	95,1 a	86,0 ab	100 a
5.pendimeth. clomazone	614 240	6/5 – T1 13/5 – T2	0 a	87,5 ab	88,5 ab	92,5 a	100 a
6.pendimeth.	614	6/5 – T1	0 a	85,0 ab	80,8 ab	88,8 ab	97,5 ab
7.clomazone	360	6/5 – T1	0 a	100 a	87,1 ab	78,3 ab	100 a
8.Testim. n.t. (% cop.)	-	-	0 a	- (6,5)	- (32,2)	- (11,6)	- (8,7)

Tabella n.9 - Località: Salizzole (VR) – Anno: 1999 – Trapianto: 8/8 - Varietà: Bright

Tesi	Dose g/ha p.a.	Epoca	% fito-tossicità (9/8)	Infestanti - % controllo (9/8)			
				CYNDA	CHEAL	SOLNI	AMARE
1.clomazone	180	12/5 - T2	0 a	12,5 bc	69,2 bc	64,6 c	62,5 bc
2.clomazone	240	12/5 –T2	0 a	16,7 bc	57,3 c	62,5 c	75,0 b
3.clomazone	360	12/5 – T2	0 a	50,0 b	72,9 b	58,3 c	87,5 b
4.pendimeth.	614	7/5 – T1					
clomazone	360	12/5 – T2	0 a	37,5 b	100 a	100 a	100 a
5.pendimeth.	614	7/5 – T1					
clomazone	240	12/5 – T2	0 a	41,7 b	88,5 b	95,8 a	100 a
6.pendimeth.	614	7/5 – T1	0 a	0 c	78,1 b	80,2 b	50,0 c
7.clomazone	360	7/5 – T1	0 a	85,4 a	100 a	100 a	100 a
8.Testim. n.t.	-	-	0 a	-	-	-	-
(% cop.)				(17,8)	(26,9)	(16,7)	(7,8)

CONCLUSIONI

Clomazone 360 g/l in formulazione microincapsulata ha fornito risultati interessanti quando utilizzato nel diserbo seminato in acqua in post-emergenza precoce dell'Echinochloa spp. alla dose di 250-360 g/ha di principio attivo.

Il prodotto è risultato efficace nei confronti di *Echinochloa crus galli* e *Polygonum persicaria* quando impiegato in pre-emergenza nel diserbo del riso coltivato secondo la tecnica della semina in asciutta. Su questa coltura, visto il suo spettro d'azione, il principio attivo si presta anche ad essere utilizzato in miscela con altri principi attivi per completarne lo spettro d'azione.

Nel diserbo del tabacco il clomazone 360 g/l CS dimostra di possedere un'eccellente attività erbicida nei confronti soprattutto di graminacee (*Sorghum halepense* da seme) e dicotiledoni (*Chenopodium album*, *Solanum nigrum*, *Amaranthus retroflexus* e *Portulaca oleracea*), sia quando impiegato da solo a pieno campo oppure localizzato sulla coltura.