

TEMBOTRIONE (LAUDIS®), NUOVO ERBICIDA DI POST EMERGENZA DEL MAIS

G. TRACCHI, G. ARCANGELI, A. BOEBEL, D. CAUZZI, A. GUALCO, E. CAMPANI,
A. CANTONI

Bayer CropScience S.r.l. - Viale Certosa, 130, 20156 Milano
gianluigi.tracchi@bayercropscience.com

RIASSUNTO

Tembotrione è un nuovo erbicida per il contenimento in post-emergenza della flora infestante del mais. Esso appartiene al gruppo dei trichetoni e agisce inibendo l'enzima 4-idrossifenil-piruvato-diossigenasi (HPPD). Il prodotto è assorbito principalmente per via fogliare, ed è anche dotato di una moderata attività residuale. Tembotrione è associato con l'antidoto isoxadifen-etil nel formulato Laudis®, liquido in dispersione oleosa caratterizzato da elevata velocità di assorbimento fogliare. Il prodotto, applicato tra gli stadi di 2 e 8 foglie del mais, mostra una veloce attività verso le principali specie infestanti dicotiledoni e graminacee annuali, unita ad un alto livello di selettività per la coltura, inclusi i mais vitrei ed i mais dolci. Tembotrione è caratterizzato da una bassa dose di impiego per ettaro, da un buon profilo tossicologico ed ecotossicologico, e da una rapida degradazione nell'ambiente. Data la breve persistenza nel terreno, tembotrione non causa rischi per le colture in successione.

Parole chiave: tembotrione, isoxadifen-etil, mais, dicotiledoni, graminacee

SUMMARY

TEMBOTRIONE (LAUDIS®): NEW POST-EMERGENCE HERBICIDE OF MAIZE

Tembotrione is a new herbicide for weed control in post-emergence of maize. The active ingredient belongs to the triketone group and its mode of action is the inhibition of the enzyme 4-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase (HPPD). The product is absorbed mainly by the leaves, and it shows also a moderate residual efficacy. Tembotrione is co-formulated with the safener isoxadifen-ethyl as a liquid oil dispersion called Laudis®, which shows a fast foliar absorption. The product, applied in post emergence of maize between the crop stages of 2 and 8 leaves, shows a fast efficacy against the main annual broad leaf and grass weeds as well as a high level of crop tolerance. Tembotrione has a low rate of application per hectare, good toxicological and ecotoxicological profiles, and it dissipates rapidly in the environment. Due to its short persistence in soil, tembotrione does not cause risks to the succeeding crops.

Keywords: tembotrione, isoxadifen ethyl, maize, broad leaf weeds, grass weeds

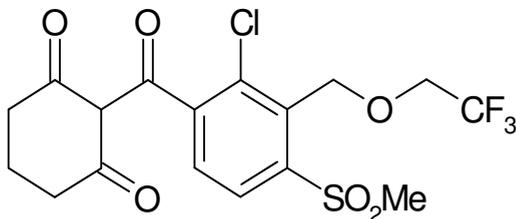
INTRODUZIONE

Tembotrione è una nuova sostanza attiva, scoperta da Bayer CropScience, attualmente registrata o in corso di registrazione in numerosi paesi in Europa e nel resto del mondo per il contenimento di importanti infestanti del mais in post emergenza. La sostanza attiva è in valutazione per l'iscrizione in Allegato 1 della Direttiva 91/414/CEE. Essa appartiene alla famiglia chimica degli inibitori dell'enzima 4-idrossifenil-piruvato-diossigenasi (HPPD), e fa parte del gruppo F2 della classificazione HRAC.

Tembotrione è formulato con l'antidoto isoxadifen-etil in una dispersione liquida oleosa (OD), che sarà introdotta in commercio con il nome di Laudis®, contenente 44 g/L di sostanza attiva e 22 g/L di antidoto. Il prodotto, impiegato in post emergenza del mais tra le due e le otto foglie della coltura, è in grado di contenere la maggior parte delle infestanti dicotiledoni e alcune delle principali infestanti graminacee con un'elevata velocità di azione e un livello di selettività per la coltura molto elevato (Santel, 2009).

Caratteristiche chimico-fisiche di tembotrione

Nome ISO	tembotrione
Nome chimico (IUPAC):	2-{2-chloro-4-(methylsulfonyl)-3-[(2,2,2-trifluoroethoxy)methyl]benzoyl}cyclohexane-1,3 -dione
Numero CAS:	335104-84-2
Famiglia chimica:	Trichetoni
Formula di struttura:	



Formula molecolare:	C ₁₇ H ₁₆ ClF ₃ O ₆ S
Peso molecolare:	440,82 g/mol
Punto di fusione:	123 °C
Pressione di vapore:	2,9 x 10 ⁻¹⁰ hPa (a 25°C)
Solubilità in acqua distillata:	0,22 g/L (a pH 4); 28,30 g/L (a pH 7); 29,69 g/L (a pH 9)
Log P _{ow} a 24 °C:	-1,09 (a pH 7)

Profilo tossicologico ed ecotossicologico

Gli studi di valutazione della sicurezza di tembotrione per l'uomo e per l'ambiente hanno dimostrato che il prodotto ha un profilo favorevole dal punto di vista tossicologico, del comportamento residuale, ambientale ed ecotossicologico (tabelle 1 e 2). Tembotrione ha bassa tossicità acuta per i mammiferi, ed evidenzia solamente effetto sensibilizzante. Tuttavia il formulato commerciale non mostra tale caratteristica e quindi non richiede classificazione per alcuna via di esposizione. Tembotrione non mostra potenziale mutageno, cancerogeno e teratogeno e non evidenzia effetti neurotossici e sulla riproduzione. Per quanto riguarda gli effetti sull'ambiente terrestre, tembotrione mostra una bassa tossicità per gli uccelli e non evidenzia rischi per i mammiferi selvatici, per gli artropodi non bersaglio, per le api e per i lombrichi. Mediante l'applicazione di misure di mitigazione, non sono attesi effetti negativi per le piante non bersaglio. In ambiente acquatico, la tossicità di tembotrione per i pesci, per le alghe e gli invertebrati acquatici è molto bassa. Mediante l'applicazione di opportune misure di mitigazione, anche il rischio per le piante acquatiche risulta accettabile (Leake *et al.*, 2009).

Tabella 1. Tossicità acuta della sostanza attiva tembotrione e del formulato commerciale

Tossicità Acuta	Tembotrione tecnico	Formulato commerciale
Tossicità acuta orale (ratto)	DL ₅₀ > 2500 mg s.a./kg p.c.	DL ₅₀ > 2.000 mg s.a./kg p.c.
Tossicità acuta cutanea (ratto)	DL ₅₀ > 2000 mg s.a./kg p.c.	DL ₅₀ > 4.000 mg s.a./kg p.c.
Tossicità acuta inalatoria (ratto)	CL ₅₀ > 4,58 mg/L (4 ore)	CL ₅₀ > 3,59 mg/L (4 ore)
Irritazione cutanea (coniglio)	Non irritante	Non irritante
Irritazione oculare (coniglio)	Non irritante	Non irritante
Sensibilizzazione cutanea (cavia/topo)	Sensibilizzante (richiesta R43)	Non sensibilizzante

Tabella 2. Profilo ecotossicologico della s. a. tembotrione e del formulato commerciale

Ecotossicologia	Tembotrione tecnico	Formulato commerciale
Tossicità acuta quaglia <i>Colinus v.</i>	DL ₅₀ > 292 mg s.a./kg p.c. (dose massima somministrabile)	-
Tossicità acuta germano <i>Anas p.</i>	DL ₅₀ > 2250 mg s.a./kg p.c.	-
Tossicità acuta Pesci <i>Onchorhynchus m.</i> e <i>Lepomis m.</i>	CL ₅₀ > 100 mg s.a./L (nominale)	CL ₅₀ =32 mg p.f./L (nominale) (96 ore)
Tossicità acuta dafnia <i>Daphnia m.</i>	CE ₅₀ =49,8 mg/L	CE ₅₀ = 18 mg p.f./L (48 h)
Tossicità alga verde <i>Pseudokirchneriella s.</i>	E _r C50=0,75 mg s.a./L	E _r C50=3,6 mg p.f./L (96 h)
Tossicità alga azzurra <i>Anabaena f.</i>	E _r C50=71 mg s.a./L (72 h)	-
<i>Navicula p.</i> (120h)	E _r C50=49,9 mg s.a./L (nominale)	-
Tossicità piante acquatiche <i>Lemna gibba</i>	E _r C50=8,48 µg s.a./L (nominale) Recovery phase E _r C50=32 µg s.a./L (nominale)	E _r C50=140 µg p.f./L
Tossicità acuta contatto ape	DL ₅₀ > 92,78 µg s.a./ape	DL ₅₀ =329 µg p.f./ape
Tossicità acuta ingestione ape	DL ₅₀ > 100 µg s.a./ape	DL ₅₀ >394,3 µg p.f./ape
Tossicità acuta lombrico <i>Eisenia f.</i>	CL ₅₀ > 1000 mg/kg terreno	CL ₅₀ 562-1000 mg/kg terreno
11 piante non bersaglio, fase di accrescimento	-	Cavolo CE ₅₀ =76,8 ml p.f./ha
11 piante non bersaglio, vigore vegetativo	-	Cavolo CE ₅₀ =61,2 ml p.f./ha

Comportamento nell'ambiente

Tembotrione nel suolo è rapidamente degradato in condizioni aerobiche. Studi di laboratorio hanno mostrato un tempo di dimezzamento medio di 14 giorni per tembotrione, e di 14 e 26 giorni rispettivamente per i 2 metaboliti principali (acido benzoico, metabolita fenolo). Studi di dissipazione in campo, situazione più vicina alle condizioni reali d'uso, hanno mostrato che tembotrione è degradato ancor più rapidamente, con un tempo di dimezzamento medio di 3 giorni. Per quanto riguarda i metaboliti, l'acido benzoico (non rilevante dal punto di vista tossicologico, ecotossicologico e per caratteristiche biologiche) è risultato avere un tempo di dimezzamento pari a 14 giorni, mentre il metabolita fenolo non è rilevabile (inferiore al limite di determinazione). Questo conferma la rapida degradazione di tembotrione e la conseguente assenza di rischio per le colture successive.

Data la sua breve persistenza, tembotrione non presenta rischi di contaminazione dell'acqua di falda. Questo è stato confermato anche dalla valutazione del rischio per l'acqua di falda, in cui le concentrazioni ambientali previste (PEC_{gw}) per tembotrione sono risultate sempre molto inferiori al valore soglia di 0,1 µg/L. Il metabolita acido benzoico mostra un basso adsorbimento al suolo e una potenziale mobilità nel terreno.

In ambiente acquatico, tembotrione è adsorbito dai sedimenti con un tempo di dimezzamento di dissipazione dalla fase acquosa di 14 e 46 giorni. La sostanza attiva nei sedimenti si degrada in acido benzoico.

Date le caratteristiche fisico-chimiche di tembotrione (bassa pressione di vapore ed tempo di dimezzamento in aria pari a 0,12 giorni) è improbabile che tembotrione mostri una significativa volatilità dal suolo o dall'acqua e quindi si può escludere la possibilità di persistenza o trasporto nell'atmosfera. Quindi si può concludere che tembotrione, in base all'impiego previsto, non causa rischi significativi per l'ambiente (Tarara *et al.*, 2009).

Meccanismo d'azione e comportamento nella pianta

Tembotrione è assorbito prevalentemente per via fogliare, secondariamente per via radicale. Il prodotto all'interno delle piante infestanti è traslocato per via xilematica e floematica, ed agisce inibendo l'enzima 4-idrossifenil-piruvato-diossigenasi (HPPD) ed interrompendo la sintesi di carotenoidi. Di conseguenza la clorofilla, privata dei pigmenti fotoprotettori, è ossidata dai radicali liberi prodotti dallo stesso processo fotosintetico. L'azione di tembotrione sulle piante infestanti si manifesta visibilmente con un imbiancamento molto rapido e intenso a partire dagli apici vegetativi, poi esteso a tutti gli organi aerei. L'imbiancamento è seguito da necrosi e infine dal disseccamento della pianta entro pochi giorni dal trattamento.

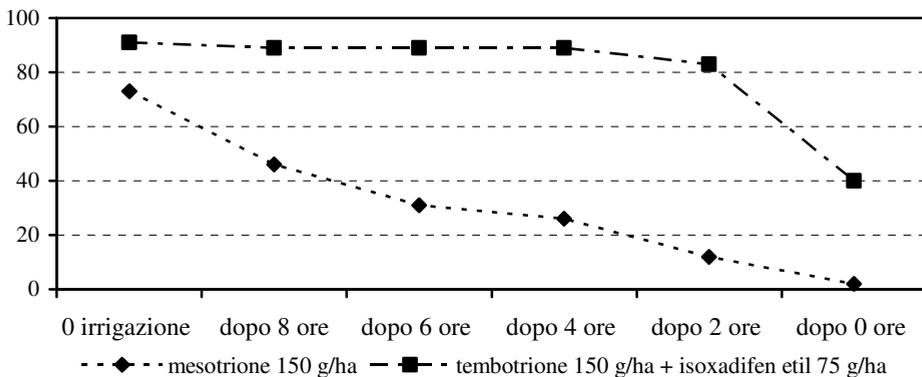
Tembotrione è ben tollerato dalla coltura, perché è associato con l'antidoto isoxadifen-etil, scoperto da Bayer CropScience e già utilizzato nell'erbicida Equip[®], autorizzato in Italia per l'impiego su mais.

Il meccanismo di azione di tembotrione comporta un rischio minimo di selezionare piante tolleranti. Non sono noti casi di specie vegetali infestanti resistenti agli erbicidi inibitori di HPPD. Al contrario, gli erbicidi di questa famiglia chimica possono essere utili per contenere la resistenza delle infestanti nei confronti di altri meccanismi d'azione erbicida. In ogni caso, anche nell'impiego di tembotrione devono essere messe in atto le opportune pratiche agronomiche atte a prevenire la selezione di piante infestanti meno sensibili al prodotto.

Caratteristiche tecniche del formulato

Tembotrione è un acido organico a peso molecolare relativamente alto, quindi il fattore critico per il suo assorbimento è l'efficace penetrazione attraverso la cuticola di foglie e steli delle piante infestanti. Per massimizzare l'assorbimento di tembotrione è stata messa a punto un'originale formulazione liquida in dispersione oleosa (OD) contenente 44 g/L di tembotrione e 22 g/L dell'antidoto isoxadifen-etil. Prove di dilavamento artificiale (tabella 3) hanno mostrato che l'80% del prodotto è assorbito entro due ore dal trattamento, con una significativa superiorità di tembotrione rispetto al prodotto di riferimento.

Tabella 3. Resistenza al dilavamento - Irrigazione con 20 mm di acqua dopo il trattamento - efficacia % media su *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa colonum*, *Panicum miliaceum*, *Pennisetum glaucum*, *Setaria viridis*, *Sorghum sudanense*, *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Fagopyrum esculentum*, *Trifolium incarnatum*



MATERIALI E METODI

Il formulato contenente tembotrione e isoxadifen-etil è stato sperimentato tra il 2002 e il 2005 in tutto l'areale maidicolo italiano. Sono state effettuate in totale 50 prove d'efficacia, 11

prove di produzione su terreno libero da infestanti e 11 prove di selettività per le colture in successione e in rotazione. Tutte le prove sono state eseguite in accordo con le linee guida EPPO 1/50, 1/135, 1/152 e 1/181, 1/207 utilizzando lo schema a blocchi randomizzati, con 3 ripetizioni per le prove di efficacia, 4 ripetizioni per le prove di produzione, 2 ripetizioni per le prove di selettività su colture in successione, ed una superficie parcellare di 20 m².

Le attrezzature usate per il trattamento sono state barre irroratrici parcellari di 2,5 m o 4,5 m con ugelli a ventaglio, azionate ad aria compressa. Il volume di acqua impiegato è stato di 300 L/ha e la pressione di applicazione 250 kPa. L'applicazione è avvenuta in post emergenza tra gli stadi di 2 e 8 foglie del mais, con infestanti dicotiledoni a stadi vegetativi compresi tra 2 e 8 foglie, ed in alcuni casi anche in stadi più avanzati, e infestanti graminacee a stadi compresi tra 1 foglia e 2 culmi d'accestimento.

La determinazione dell'efficacia è stata eseguita con stima visiva del contenimento di ciascuna specie infestante rispetto al testimone non trattato adiacente, con una scala di valutazione percentuale. La valutazione della selettività per la coltura è stata eseguita con lo stesso criterio, stimando visivamente i sintomi di imbiancamento, necrosi e riduzione di sviluppo rispetto al testimone non trattato, ed esprimendo i risultati con una scala percentuale.

Specifiche prove di determinazione della resa produttiva su terreno libero da infestanti sono state condotte per valutare la selettività del prodotto alla massima dose di impiego ed alla dose doppia e tripla. Alla raccolta sono state determinate la resa parcellare e l'umidità, calcolando la resa per ettaro a umidità standard del 15%. I risultati di produzione sono stati elaborati statisticamente con il test di Newman-Keuls e un livello di confidenza di p=0,05.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Efficacia su infestanti dicotiledoni e graminacee

Tembotrione alla dose massima d'impiego di 100 g/ha di sostanza attiva (pari a 2,25 L/ha di formulato), ha mostrato una robusta efficacia nei confronti delle infestanti dicotiledoni annuali più competitive per il mais, risultando superiore a sulcotrione su tutte le infestanti esaminate e leggermente superiore anche a mesotrione, ad eccezione di *Polygonum convolvulus*, infestante sulla quale tembotrione risulta inferiore (tabella 5). Sulle infestanti graminacee annuali tembotrione mostra una buona efficacia su alcune specie importanti, controllando *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa crus-galli*, *Panicum miliaceum*, *Sorghum halepense* (da seme) e risultando nettamente superiore a entrambi i prodotti standard (tabella 4). Tembotrione è la prima sostanza attiva del gruppo dei trichetoni a mostrare un'elevata attività graminicida, differenziandosi significativamente dagli altri prodotti di questa famiglia finora autorizzati.

Tabella 4. Efficacia di tembotrione + isoxadifen-etil su infestanti graminacee. Media % controllo (-massimo-minimo) a 30-35 giorni dal trattamento

Infestante	N° prove	% copertura	Stadio BBCH infestante	Tembotrione 100 g./ha	Sulcotrione 300 g/ha	Mesotrione 100 g/ha
<i>Digitaria sanguinalis</i>	6	8	11-13	94 (100-75)	61 (85-35)	84 (95-68)
<i>Echinochloa crus galli</i>	22	13	11-22	92 (100-63)	49 (100-5)	69 (100-17)
<i>Panicum dichotomiflorum</i>	6	35	10-21	80 (99-60)	59 (93-7)	70 (85-50)
<i>Panicum miliaceum</i>	4	6	12-22	95 (99-91)	30 (47-22)	50 (94-33)
<i>Setaria glauca</i>	1	7	13	81	30	27
<i>Setaria viridis</i>	5	16	10-13	80 (97-47)	33 (70-0)	32 (60-8)
<i>Sorghum halepense</i> (seme)	2	28	14-22	92 (95-89)	30 (60-0)	38 (70-5)
<i>Sorghum halepense</i> (rizoma)	2	3	15	70 (87-53)	4 (7-0)	30 (47-12)

Tabella 5. Efficacia di tembotrione + isoxadifen-etil su infestanti dicotiledoni. Media % controllo (–massimo-minimo) a 30-35 giorni dal trattamento

Infestante	N° prove	% copertura	Stadio BBCH infestante	Tembotrione 100 g/ha	Sulcotrione 300 g/ha	Mesotrione 100 g/ha
<i>Abutilon theophrasti</i>	16	26	11-16	94 (100-75)	81 (100-13)	95 (100-82)
<i>Acalypha virginia</i>	4	28	12-16	91 (98-80)	36 (82-0)	53 (87-20)
<i>Amaranthus retroflexus</i>	21	16	9-21	98 (100-73)	64 (100-0)	80 (92-50)
<i>Ambrosia elatior</i>	4	6	10-14	98 (100-95)	94 (100-87)	94 (100-70)
<i>Bidens tripartita</i>	3	11	10-14	99 (100-98)	70 (98-23)	100
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	2	3	14-16	100	100	100
<i>Chenopodium album</i>	22	20	12-31	99 (100-77)	87 (100-30)	97 (100-67)
<i>Datura stramonium</i>	1	5	15	85	87	85
<i>Polygonum aviculare</i>	2	10	14-18	89 (100-77)	-	88 (100-75)
<i>Polygonum convolvulus</i>	5	12	14-23	69 (100-50)	-	83 (100-40)
<i>Polygonum lapathifolium</i>	1	10	12	100	100	100
<i>Polygonum persicaria</i>	11	16	12-31	95 (100-73)	87 (100-70)	92 (100-53)
<i>Portulaca oleracea</i>	10	8	10-23	84 (10-45)	46 (94-0)	49 (100-0)
<i>Sinapis arvensis</i>	3	3	14-51	100	90 (100-70)	100
<i>Solanum nigrum</i>	16	9	10-26	96 (100-65)	82 (100-30)	97 (100-72)
<i>Xanthium italicum</i>	2	11	14	93 (100-85)	100	100

Selettività su mais

Tembotrione, associato con l'antidoto isoxadifen-etil nel formulato commerciale, mostra una selettività molto elevata per il mais. In prove di selettività e produzione, i cui risultati sono esposti nelle tabelle 6, 7, 8 e 9, la dose doppia e tripla del prodotto non hanno causato sintomi di fitotossicità. Per il suo elevato livello di sicurezza, tembotrione può essere impiegato, oltre che su normale mais dentato, anche su varietà di mais vitreo, waxy, e dolce.

Tabella 6. Produzione di mais trattato con tembotrione in prove su singole varietà trattate a dose normale (100 g/ha), dose doppia e dose tripla - anno 2002

Tesi			Testimone	Tembotrione				Standard		S*
Codice Prova	Stadio BBCH	Varietà		dt/ha	dt/ha	dt/ha	dt/ha	2***	1**	
Dose g s.a./ha			0	100	200	300	300	900		
A3CA601	16	Kurt	62,5	66,2	63,7	65,1	66,0	60,6	NS	
A3CA602	16	Sacro	88,5	94,5	94,2	84,1	87,3	84,2	NS	
A3CA801	16	Kurt	59,0	59,2	58,7	58,1	56,5	55,5	NS	
A3CA801	16	Bangui	73,8	74,7	75,7	71,2	69,4	70,5	NS	
A3CA801	16	Sacro	79,1	86,8	72,2	78,6	67,5	81,2	NS	

* Significatività: test di Newman Keuls con $p=0,05$

** Standard 1 = sulcotrione a dose doppia della massima dose registrata

*** Standard 2 = mesotrione a dose doppia della massima dose registrata

Tabella 7. Produzione di mais trattato con tembottrione in prove su singole varietà trattate a dose normale (100 g/ha), dose doppia e dose tripla - anno 2003

Tesi			Testimone	Tembotrione			Mesotrione			S*
Dose g s.a./ha			0	100	200	300	100	150	300	
Codice Prova	Stadio BBCH	Varietà	dt/ha	dt/ha	dt/ha	dt/ha	dt/ha	dt/ha	dt/ha	
A343BG1	14	Lucia	57,1	54,7	59,3	64,9	54,8	58,1	64,5	NS
A343BG1	14	Furio	81,2	86,7	90,5	86,2	82,6	88,7	84,7	NS
A343TG1	16	Lucia	87,2	83,3	85,4	84,7	84,7	89,4	88,1	NS
A343TG1	16	Furio	106,4	96,0	87,1	90,0	97,1	96,2	100,2	NS

* Significatività: test di Newman Keuls con $p=0,05$

Mesotrione a dose normale, massima e doppia della massima dose registrata

Tabella 8. Produzione di mais trattato con tembottrione in prove su singole varietà trattate a dose normale (100 g/ha) e dose doppia - anno 2004

Tesi			Testimone	Tembotrione		Mesotrione		S*
Dose g s.a./ha			0	100	200	150	300	
Codice Prova	Stadio BBCH	Varietà	dt/ha	dt/ha	dt/ha	dt/ha	dt/ha	
A3A3TG1	16	Anjou 285	87,5	79,9	73,5	77,8	70,9	NS
A3AREP1	16	Lucia	90,1	99,0	94,9	94,3	92,5	NS
A3AREP1	16	Goldaste	120,2	119,8	119,8	118,3	115,4	NS
A3AREP1	16	Corona	136,0	138,4	135,6	137,3	139,5	NS
A3AREP1	16	PR33J24	114,3	114,8	111,3	113,4	120,6	NS
A3AREP1	16	PR32W92	118,6	119,3	133,2	120,8	117,4	NS
A3AREP1	16	PR34N43	105,1	105,5	102,9	104,9	108,3	NS
A3AREP2	16	Matea	115,1	112,6	115,4	120,3	111,3	NS
A3AREP2	16	Furio	108,8	112,3	120,0	109,0	123,2	NS
A3AREP2	16	Open	124,3	115,2	105,6	108,5	122,6	NS
A3AREP2	16	PR35P12	123,4	114,7	125,9	125,8	125,4	NS
A3AREP2	16	DK440	109,6	120,9	119,5	114,0	116,6	NS
A3AREP2	16	Dallas Mais dolce	58,7	52,6	62,1	59,1	61,3	NS

* Significatività: test di Newman Keuls con $p=0,05$

Mesotrione a dose massima e dose doppia della massima dose registrata

Tabella 9. Produzione di mais trattato con tembotrione in prove su singole varietà trattate a dose normale (100 g/ha) e dose doppia - anno 2005

Tesi			Testimone	Tembotrione		Mesotrione		S*
Dose g s.a./ha				100	200	150	300	
Codice Prova	Stadio BBCH	Varietà	dt/ha	dt/ha	dt/ha	dt/ha	dt/ha	
A3A3TG1	15	PR36B08	82,0	89,6	87,6	83,1	81,4	NS
A3AREP1	16	Lucia	109,0	116,3	122,0	123,2	117,3	NS
A3AREP1	16	PR34N43	144,2	143,3	139,2	147,9	141,2	NS

* Significatività: test di Newman Keuls con $p=0,05$

Mesotrione a dose massima e dose doppia della massima dose registrata

Colture successive

Tembotrione nelle prove di selettività su colture in successione e rotazione ha mostrato una modesta persistenza nel terreno, inferiore a quella dei prodotti di riferimento sulcotrione e mesotrione. Questa caratteristica di tembotrione comporta la necessità di aratura in caso di sostituzione della coltura con una specie diversa dal mais. Nessuna limitazione esiste invece per le colture in normale successione e rotazione, perché l'intervallo di tempo tra il trattamento e l'impianto della coltura successiva consente la degradazione di tembotrione.

CONCLUSIONI

Tembotrione è una nuova sostanza attiva erbicida di post emergenza del mais, caratterizzata da un'ampio spettro d'azione verso le principali specie infestanti dicotiledoni e graminacee annuali e da un buon profilo tossicologico ed ecotossicologico. Il prodotto è formulato insieme con l'antidoto isoxadifen-etil come dispersione oleosa. Impiegato alla dose massima di 100 g.s.a./ha (2,25 L formulato/ha), il prodotto mostra una grande velocità di azione, unitamente ad un'elevata selettività per la coltura, inclusi i mais vitrei ed i mais dolci. Tembotrione non ha effetti negativi sulla produzione del mais, fino a tre volte la massima dose di impiego.

Tembotrione è un prodotto dall'impiego flessibile, potendo essere applicato tra gli stadi di 2 e 8 foglie del mais, inoltre mostra una modesta persistenza nel suolo e non comporta rischi per le colture in successione e in rotazione.

LAVORI CITATI

EPPO/OEPP, 1997, Phytotoxicity assessments PP 1/135(2).

EPPO/OEPP, 1998, Design and analysis of efficacy valuation trials PP 1/152 (2).

EPPO/OEPP, 1998, Weeds in Maize PP 1/50 (2).

EPPO/OEPP, 1999, Effects on succeeding crops PP 1/207.

EPPO/OEPP, 2003, Conduct and reporting of efficacy evaluation trials, including good experimental practice PP 1/181(3).

Leake C., Diot R., Glass H., Newby S., Semino G., Tarara G., Wegmann T., 2009. The human and environmental safety aspects of tembotrione. *Bayer CropScience Journal*, 62, 53-62.

Santel H-J., 2009. Tembotrione, a new exceptionally safe cross spectrum herbicide for corn production. *Bayer CropScience Journal*, 62, 5-16.

Tarara G., Fliege R., Desmarteau D., Kley C., Peters B., 2009. Environmental fate of tembotrione. *Bayer CropScience Journal*, 62, 63-78.