

## RPA201772. ERBICIDA INNOVATIVO PER IL CONTENIMENTO DELLE INFESTANTI DICOTILEDONI E GRAMINACEE DEL MAIS.

G. TRACCHI, G. BALLASSO, G. MAGLI

Servizio di Sviluppo Biologico Rhône-Poulenc Agro S.p.A., Via Provaglia, 3 - 40138 Bologna

### Riassunto

Gli autori presentano RPA201772, erbicida innovativo scoperto da Rhône-Poulenc Agrochimie, e sviluppato per il diserbo selettivo del mais. Applicato in pre-emergenza a dosi relativamente modeste, comprese tra 75 g/ha p.a. e 100 g/ha p.a., RPA201772 è efficace contro numerose infestanti dicotiledoni, tra le quali *Abutilon theophrasti*, *Amaranthus retroflexus*, *Solanum nigrum* e *Chenopodium album*, ed ha pure una efficacia collaterale su graminacee annuali. RPA201772 agisce interrompendo la biosintesi dei pigmenti carotenoidi per inibizione dell'enzima p-idrossifenil piruvato diossigenasi. Tale meccanismo d'azione innovativo risulta efficace anche su infestanti triazinoresistenti. Vengono inoltre esaminate possibili associazioni con altri erbicidi per migliorare ulteriormente la affidabilità e lo spettro d'azione di RPA201772. Il profilo tossicologico, ecotossicologico ed ambientale di RPA201772 è molto favorevole. Grazie a queste proprietà, RPA201772 costituisce un significativo progresso nel diserbo del mais.

**Parole chiave:** mais, diserbo, isoxazoli, pre-emergenza.

### Summary

RPA201772, a novel herbicide for broad leaf and grass weed control in maize.

The authors introduce RPA201772, a novel herbicide discovered by Rhône-Poulenc Agrochimie, now developed for the selective weed control in maize. RPA201772, applied pre-emergence at the relatively low dose rates of 75 g/ha a.i. to 100 g/ha a.i., is effective against several broad-leaf weeds, including *Abutilon theophrasti*, *Amaranthus retroflexus*, *Solanum nigrum* and *Chenopodium album*, and it has also an appreciable side efficacy against annual grass weeds.

RPA201772 disrupts pigment biosynthesis via an inhibition of p-hydroxyphenil pyruvate dioxygenase, and as such brings a novel mode of action, which is effective also against weeds resistant to triazines. Possible mixtures with other herbicides to further improve the reliability and weed spectrum of RPA201772 have also been investigated.

The toxicological, ecotoxicological and environmental profiles of RPA201772 are very favourable.

With these properties, RPA201772 represents a significant advance in weed control in maize.

**Key words:** maize, weed control, isoxazoles, pre-emergence.

### Introduzione

Per molti anni i maiscoltori si sono affidati principalmente alle triazine simmetriche ed alle cloroacetanilidi per il contenimento in pre-emergenza delle infestanti graminacee e dicotiledoni. Questi prodotti, applicati a dosi elevate, hanno suscitato preoccupazioni circa la loro sicurezza

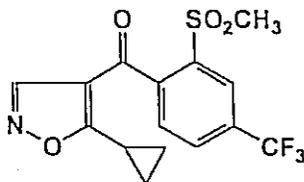
tossicologica ed ambientale, che hanno portato a limitazioni d'impiego. In conseguenza di questi vincoli e restrizioni, gli agricoltori di alcuni paesi europei, in particolare, stanno incontrando difficoltà nella gestione del diserbo di pre-emergenza del mais. Per di più, le infestanti hanno sviluppato in molti casi resistenza alle triazine, fattore questo che ha stimolato ulteriormente la ricerca di nuove soluzioni da parte dei tecnici e degli agricoltori.

RPA201772 è un erbicida innovativo di pre-emergenza, scoperto da Rhône-Poulenc Agrochimie. Esso rappresenta il capostipite di una nuova famiglia chimica ad azione erbicida, che ha come bersaglio la via biosintetica dei pigmenti carotenoidi. Esso agisce per inibizione, nelle specie sensibili, dell'enzima p-idrossifenil piruvato diossigenasi. Il prodotto è selettivo sul mais. Un largo numero di prove sperimentali di sviluppo sono state eseguite su scala mondiale, in particolare negli Stati Uniti D'America e in Europa occidentale.

In applicazioni di pre-emergenza o pre-semina, dosi relativamente ridotte di RPA201772 mostrano di controllare efficacemente importanti infestanti dicotiledoni e graminacee del mais.

### Proprietà fisiche e chimiche

Struttura:



Nome Chimico (IUPAC): 5-ciclopropil-4-(2-metanosulfonyl-4-trifluorometilbenzoi) isoxazolo

Nome Comune: isoxaflutole (proposto BSI)

Formula Bruta:  $C_{13}H_{12}F_3NO_4S$

Peso Molecolare: 359,3

Aspetto: solido biancastro / giallo pallido

Punto di fusione: 140 °C

Solubilità in acqua: 6,2 mg/litro

Tensione di vapore a 25°C:  $1 \times 10^{-6}$  Pa.

Costante di Henry:  $1,87 \times 10^{-5} \text{ Pa/m}^3/\text{mol}$

Kow(HPLC 20°C):  $\log \text{Pow } 2,32$

### **Tossicologia (Prodotto tecnico)**

Tossicità orale acuta DL<sub>50</sub> (ratto) >5000 mg/kg

Tossicità dermale acuta DL<sub>50</sub> (coniglio) >2000 mg/kg

Tossicità per inalazione acuta CL<sub>50</sub> (ratto) >5,23 mg/l

Irritazione dermale nulla.

Irritazione oculare bassa.

Non mutageno.

Gli studi di tossicità sub-acuta e cronica mostrano che tutte le specie esaminate tollerano alti livelli di RPA201772 per periodi di tempo prolungati con scarsi sintomi di intossicazione.

### **Tossicologia ambientale (Prodotto tecnico)**

#### Tossicità per gli organismi acquatici

Tossicità acuta su Dafnia: non tossico fino al limite massimo di solubilità in acqua.

Tossicità acuta su Pesci: non tossico fino al limite massimo di solubilità in acqua.

Tossicità su ostrica a 96h CE<sub>50</sub>: 3,4 mg/l

Tossicità su gamberetto a 96h CE<sub>50</sub>: 18 µg/l

#### Tossicità per gli uccelli

Tossicità su quaglia ed anatra selvatica,

Orale acuta DL<sub>50</sub>: >2150 mg/kg

Dieta CL<sub>50</sub>: >5000 mg/l

### Tossicità per gli organismi utili.

Lombrico:	non tossico a 1000 mg/kg
Ape:	
Tossicità acuta per contatto DL <sub>50</sub> :	>100 µg/ape
Tossicità orale acuta CL <sub>50</sub> :	>100 µg/ape

### **Destino ambientale**

Indagini di laboratorio indicano che RPA201772 ha una tempo di dimezzamento nel suolo di 3-4 giorni, con mineralizzazione finale a biossido di carbonio. E' stato dimostrato che la degradazione avviene per idrolisi e per azione microbica. E' stato inoltre dimostrato in studi di laboratorio che RPA201772 ed i suoi principali metaboliti sono potenzialmente dotati di mobilità lungo il profilo del suolo, in condizioni simulate di precipitazione di elevata intensità. Tuttavia, gli studi di dissipazione ambientale in campo eseguiti negli Stati Uniti d'America ed in Europa occidentale mostrano che, grazie all'elevato tasso di degradazione, i residui restano nell'orizzonte superficiale del suolo, e che dopo 4 mesi in pratica non rimangono più residui attivi nel suolo. Questi risultati sono stati confermati da dati di efficacia biologica, che mostrano che RPA201772 ha una attività residuale nello strato superficiale del suolo sufficiente per assicurare il contenimento delle malerbe fino all'epoca della sarchiatura (40 - 45 giorni dopo il trattamento).

### **Meccanismo d'azione**

RPA201772 ha una spiccata attività sistemica, potendo essere assorbito sia a livello radicale sia a livello fogliare. Il sito d'azione risulta essere *p*-idrossifenil piruvato diossigenasi, un enzima coinvolto nella conversione di *p*-idrossifenil piruvato in omogentisato. Questo è un passaggio chiave nella biosintesi del plastochinone, e la sua inibizione nei tessuti meristemati dà luogo all'insorgenza di sintomi tipici di sbiancamento degli organi in fase di accrescimento. Questi sintomi risultano dall'inibizione indiretta della biosintesi dei carotenoidi, a causa del coinvolgimento del plastochinone come cofattore dell'enzima fitoene desaturasi.

### **Materiali e metodi**

Durante il biennio 1993-94 più di 200 prove parcellari di efficacia e selettività sono state eseguite su mais negli Stati Uniti D'America ed in Europa occidentale. Il comportamento di RPA201772, applicato solo o in associazione con altri prodotti, è stato confrontato con prodotti standard di riferimento (associazioni di metolaclor ed atrazina). In tutte le prove è stato impiegato un formulato in granuli dispersibili in acqua al 75% di RPA201772 (EXP31130A).

I trattamenti sono stati eseguiti secondo uno schema sperimentale a blocchi randomizzati con 3 o 4 ripetizioni. Sia negli Stati Uniti sia in Europa RPA201772 è stato applicato in pre-emergenza.

L'efficacia erbicida è stata valutata con stima visuale o conteggio a campione delle infestanti sopravvissute al trattamento, in confronto con le parcelle testimone adiacenti non trattate. La selettività su mais è stata valutata con stima visuale ad intervalli regolari dopo l'emergenza.

**Risultati**

I risultati di efficacia erbicida esposti nelle tabelle 1 e 2 rappresentano valori medi, calcolati sulla base delle frequenze delle singole specie. Dove disponibile, viene indicato il valore minimo e massimo riscontrati.

**Tabella 1 Efficacia erbicida pre-emergenza su mais - Stati Uniti d'America**

	Efficacia contro le infestanti			
	RPA201772	RPA201772 + cloracetanilidi*	RPA201772 + dimetenamide	metolaclor + atrazina
g/ha p.a.	105	105 + 1100	105 + 360	2200 + 2200
<i>Digitaria spp.</i>	98	100	100	99
<i>Echinochloa crus-galli</i>	95	98	97	98
<i>Panicum miliaceum</i>	100	-	-	50
<i>Setaria faberi</i>	84	91	91	87
<i>Setaria glauca</i>	19	80	80	70
<i>Setaria viridis</i>	98	87	92	93
<i>Abutilon theophrasti</i>	94	95	95	81
<i>Amaranthus retroflexus</i>	89	97	95	96
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	100	100	100	96
<i>Chenopodium album</i>	97	97	94	98
<i>Polygonum pensylvanicum</i>	99	100	100	95

\*Dati raggruppati per metolaclor ed acetoclor.

**Tabella 2 Efficacia erbicida pre-emergenza su mais - Europa occidentale.**

	Efficacia contro le infestanti			
	RPA201772	RPA201772	RPA201772 + cloracetanilidi*	metolaclor + atrazina
g/ha p.a.	75	100	75 + 1400	2016 +864
<i>Digitaria sanguinalis</i>	78 (60 - 80)	87 (85 - 88)	91	76
<i>Echinochloa crus-galli</i>	70 (65 - 80)	82 (80 - 83)	97	96
<i>Setaria spp.</i>	78 (65 - 100)	92	98	83
<i>Abutilon spp.</i>	90 (90 - 93)	90 (90 - 94)	n.d.	n.d.
<i>Amaranthus blitoides</i>	92 (90 - 95)	95	n.d.	n.d.
<i>Amaranthus retroflexus</i>	90 (85 - 93)	95	99	98
<i>Bidens spp.</i>	75	85	n.d.	n.d.
<i>Chenopodium album</i>	85 (83 - 90)	92	97	72
<i>Datura stramonium</i>	88 (83 - 90)	93 (90 - 96)	n.d.	n.d.
<i>Fallopia convolvulus</i>	35 (30 - 40)	40	n.d.	65
<i>Galinsoga spp.</i>	95	100	n.d.	n.d.
<i>Polygonum aviculare</i>	55 (40 - 70)	60 (50 - 70)	n.d.	n.d.
<i>Polygonum persicaria</i>	75 (40 - 90)	85 (50 - 90)	84	50
<i>Portulaca oleracea</i>	95	100	n.d.	n.d.
<i>Sinapis arvensis</i>	95	95	n.d.	n.d.
<i>Solanum nigrum</i>	95	97	98	99

\*Dati raggruppati per alaclor, metolaclor ed acetoclor.

### Risultati ottenuti negli Stati Uniti d'America

Nelle prove sperimentali eseguite negli Stati Uniti, RPA201772 applicato in pre-emergenza a 105 g/ha p.a. (Tab. 1) ha mostrato un'eccellente attività sulle principali specie infestanti, in particolare *Abutilon theophrasti*. Per la maggior parte delle specie l'efficacia è stata uguale o migliore di quella dell'associazione di riferimento impiegata alla dose complessiva di 4400 g/ha p.a.. Sebbene l'attività su *Amaranthus retroflexus* sia stata leggermente inferiore a quella mostrata dal prodotto di riferimento, RPA201772 usato da solo è risultato insufficiente soltanto su *Setaria glauca*. Le associazioni di RPA201772 con dosi ridotte di cloroacetanilidi o dimetenamide in generale ne hanno migliorato ulteriormente l'efficacia sulle infestanti, e ne hanno completato l'attività su *Amaranthus retroflexus* e *Setaria glauca*. Le associazioni tendenzialmente migliorano l'affidabilità del trattamento e ne prolungano l'attività residuale.

### Risultati ottenuti in Europa occidentale

Per quanto riguarda le prove europee, vengono presentati i risultati ottenuti con le dosi di applicazione di 75 g/ha p.a. e 100 g/ha p.a., a confronto con l'associazione di RPA201772 con cloroacetanilidi e con l'associazione di riferimento metolaclor + atrazina. Come si può notare, RPA201772 alla dose di 75 g/ha p.a. contiene sufficientemente la maggior parte delle infestanti dicotiledoni, con un risultato paragonabile a quello ottenuto alla dose di 100 g/ha p.a..

Sulle infestanti graminacee la dose di 100 g/ha p.a. mostra un contenimento superiore rispetto ai 75 g/ha p.a., ma comunque non sempre sufficiente. L'associazione di RPA201772 a 75 g/ha p.a. con una dose ridotta di cloroacetanilidi (alaclor o metolaclor) ha invece mostrato una efficacia molto buona e sufficientemente costante contro tutte le specie infestanti importanti, dicotiledoni e graminacee, con l'eccezione di *Fallopia convolvulus* e *Polygonum aviculare*, risultati resistenti a tutti i trattamenti.

### Risultati ottenuti nell'emisfero sud

Prove eseguite nell'emisfero sud, in misura più limitata rispetto a quanto si è effettuato nell'emisfero nord, mostrano che RPA201772 ha un buon potenziale di controllo anche sulle infestanti caratteristiche di quell'ambiente. Diversamente dallo spettro d'azione più spiccatamente dicotiledonicida definito nell'emisfero nord, RPA201772 ha mostrato una attività più intensa sulle specie graminacee (es. *Brachiaria plantaginea* ed *Eleusine indica*) rispetto alle specie dicotiledoni (es. *Cassia sp*, *Sida sp* ed *Ipomoea sp*).

### Selettività

Nell'insieme di tutte le prove di campo, RPA201772 sia solo sia in associazione è stato in genere ben tollerato dal mais alle dosi attive sulle infestanti. Tuttavia, in suoli alcalini (pH > 7,4) ed in particolari suoli sabbiosi si possono manifestare sintomi di fitotossicità, specialmente su varietà a ciclo breve o in seguito a precipitazioni intense avvenute poco tempo dopo l'applicazione. La fitotossicità si manifesta con sbiancamenti, solitamente temporanei, che sono seguiti da un rapido ritorno alla normalità.

### Conclusioni

RPA201772 appartiene ad una nuova famiglia chimica, gli isoxazoli ad azione erbicida, scoperti dalla Società Rhône-Poulenc Agrochimie. Le proprietà tossicologiche ed il comportamento nell'ambiente di RPA201772 sono molto favorevoli. Inoltre, il prodotto si presenta praticamente innocuo per gli organismi acquatici, gli uccelli o gli organismi utili. RPA201772 ha dimostrato di possedere una elevata efficacia su di un ampio spettro di infestanti dicotiledoni del mais. Applicato in pre-emergenza a dosi relativamente basse, comprese fra 75 e 100 g/ha p.a., RPA201772 è attivo su molte importanti infestanti graminacee e dicotiledoni. Lo spettro e l'affidabilità del contenimento delle infestanti può essere ulteriormente intensificato associando il prodotto con dosi ridotte di cloroacetanilidi.

RPA201772, grazie alla combinazione di un meccanismo d'azione innovativo, dosi d'impiego proposte relativamente basse, scarsa tossicità, scarsa ecotossicità e favorevole comportamento di dissipazione ambientale, rappresenta un significativo progresso nel controllo della flora infestante del mais.

### Lavori citati

- Luscombe, B M; Pallet, K E; Loubiere, P; Melgajero, J; Vrabel, T E. (1995).  
RPA201772. A novel herbicide for broad leaf and grass weed control in maize and sugar cane.  
BCPC, Weeds 2-3, 35.
- Vrabel, T E; Paulsgrove, M D; Luscombe, B M; Cramp, S; Cain, P; Gamblin, A W. (1994).  
RPA201772: A new broad spectrum pre-emergence herbicide for corn.  
Proceedings North Central Weed Science Society, 49.