

ESPERIENZE DI DISERBO CON NUOVA MISCELA A BASE RINSKOR ACTIVE E PENOXSULAM PER IL CONTROLLO DELLE PRINCIPALI INFESTANTI DEL RISO

E. MASCANZONI¹, N. DALLA VALLE¹, A. CARONE¹, D. CRESTANI², M. BAINO²,
V. ZAFFAGNINI¹, C. VAJ¹

¹ Corteva Agriscience, Via dei Comizi Agrari 10, 26100 Cremona (CR)

² Agrin Soc. Cons. A.R.L., Via XXV Aprile 13, 36055 Nove (VI)

elisa.mascanzoni@corteva.com

RIASSUNTO

Novixid™ è una nuova miscela erbicida a base di due diversi principi attivi, florpyrauxifen-benzyl (Rinskor™ Active) e penoxsulam, sviluppata da Dow AgroSciences per il controllo, in post-emergenza, delle principali infestanti del riso. Florpyrauxifen-benzyl è un erbicida nuovo con un sito d'azione alternativo appartenente alla famiglia degli arilpicolinati, gruppo O del HRAC, che ha ottenuto la registrazione europea nel luglio del 2019. Penoxsulam è un erbicida inibitore della sintesi dell'aceto lattato sintasi (ALS), appartenente alla famiglia delle triazolopirimidine, gruppo B del HRAC, ampiamente usato nelle risaie del Sud Europa. Novixid è attualmente in corso di registrazione in Europa e presenta un profilo ambientale ed ecotossicologico che risponde a tutti i requisiti della normativa vigente. Obiettivo di questo lavoro è quello di presentare la sintesi dell'attività sperimentale condotta in Europa nel triennio 2015-2018. I risultati dimostrano che l'utilizzo di Novixid è possibile su riso seminato sia in acqua che in asciutta e che la miscela si è dimostrata selettiva su tutte le principali varietà di questa coltura. È stata inoltre dimostrata la sua efficacia sia in applicazione singola che in programmi di diserbo per il controllo delle più importanti infestanti delle risaie inclusi biotipi che hanno evoluto resistenza target-site ai più usati meccanismi d'azione.

Parole chiave: arilpicolinati, triazolopirimidine, graminacee, ciperacee, resistenza, Novixid

SUMMARY

NEW MIXTURE OF RINSKOR ACTIVE AND PENOXSULM FOR THE CONTROL OF THE MOST IMPORTANT WEEDS OF RICE PADDIES

Novixid™ is new herbicide mixture composed by two active substances: florpyrauxifen-benzyl (Rinskor™ Active) and penoxsulam, developed by Dow Agrosciences for the control of the main weeds of rice paddies in post-emergence. Florpyrauxifen-benzyl is a new herbicide, with an alternative site of action, that belongs to the arylpicolinates family, HRAC group O, authorized in Europe since July 2019. Penoxsulam belongs to the triazolopyrimidines family, acetolactate synthase mode of Action, HRAC group B, widely used in southern Europe rice paddies. Novixid is actually under registration in Europe, with Malta as Rapporteur Member State, and presents an environmental and ecotoxicological profile in compliance with all of the requirements of the current legislation. This work presents the summary of the experimental activity carried out in the three-year period 2015-2018. Results show that Novixid can be used both on dry seeded and water seeded rice and that it is selective on the most important varieties of this crop. Its efficacy was also demonstrated in single application and in programs for the control of the most important weeds of rice including biotypes that have evolved target-site resistance to the most used sites of action.

Keywords: aryl picolinates, triazolo pyrimidines, grasses, sedges, resistance, Novixid

INTRODUZIONE

Fra tutti i problemi che minacciano la sostenibilità della risicoltura in Europa, il principale a livello tecnico ed agronomico è quello del controllo delle infestanti. Non solo perché nell'ambiente acquatico di risaia si è evoluta una flora tipica e di difficile controllo, ma soprattutto per la crescente diffusione o, nell'ultimo decennio, di popolazioni di infestanti resistenti ai più utilizzati meccanismi d'azione, favorita, anche, dalla riduzione di validi erbicidi disponibili per la coltura del riso.

Novixid™ è un erbicida sviluppato da Dow Agrosciences in formulazione Olio Dispersibile (OD) specificatamente per il riso, composto da due principi attivi con diverso meccanismo e sito d'azione: 12,5 g/L di florpyrauxifen-benzyl (Rinskor™ Active) e 20 g/L di penoxsulam.

Rinskor Active è un nuovo erbicida della famiglia degli arilpicolinati, dotato di meccanismo d'azione auxinosimile e appartenente al gruppo O del HRAC (Epp et al., 2015). Il prodotto è stato sviluppato per il controllo in post-emergenza di infestanti del riso monocotiledoni, dicotiledoni e ciperacee, compresi i biotipi resistenti (Wells et al., 2016). Con il Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/1138, effettivo dal 24 luglio 2019, la sostanza attiva Rinskor Active è autorizzata in Europa, secondo il il Regolamento (CE) N° 1107/2009.

Il 17 ottobre 2019 è stato pubblicato il Regolamento (UE) 2019/1791 che fissa i Limiti Massimi Ammessi (MRL) di residui nelle derrate. Il valore di MRL per riso integrale (decorticato) è stato fissato a 0,02 mg/kg. Le caratteristiche chimico-fisiche, tossicologiche, ecotossicologiche e di destino ambientale sono state presentate in Dalla Valle et al., 2018.

Penoxsulam è una triazolopirimidina ad ampio spettro con meccanismo d'azione ALS, appartenente al gruppo B del HRAC (Larelle et al., 2003; Bacci et al., 2004), ampiamente utilizzata in risaia per il controllo di tutte le principali infestanti di questa coltura, quali *Alisma plantago-aquatica*, giavoni, sia del gruppo "giavoni rossi" (es. *Echinochloa crus-galli*), sia dei "giavoni bianchi" (es. *Echinochloa phyllopogon*), ciperacee quali *Cyperus difformis*, *Bolboschoenus maritimus* e *Schoenoplectus mucronatus* ed infestanti a foglia larga, quali *Ammania coccinea*.

Per la presenza di queste due sostanze attive con diverso meccanismo di azione, Novixid™ ha dimostrato di essere anche efficace di infestanti divenute, via via più problematiche, quali ad esempio *Polygonum* spp., o interessate da fenomeni di resistenza (Busi et al., 2019, Evans et al., 2014). Il prodotto è risultato selettivo su tutte le principali varietà ed utilizzabile in programmi di diserbo nella coltivazione del riso sia in acqua, sia in asciutta. Novixid ha inoltre un profilo tossicologico, ecotossicologico ed ambientale in linea con tutti i requisiti previsti dalla normativa vigente. Per questo si propone come uno strumento adatto alle sfide della risicoltura odierna.

MATERIALI e METODI

Tutte le prove incluse in questo studio sono state condotte a fini registrativi da Dow Agrosciences, o da altri centri di ricerca autorizzati, seguendo le linee guida EPPO PP 1/135, 1/152, 1/181, 1/32, 1/62, 1/225, 1/278 e PP 1/241 per le prove di selettività su riso o colture in successione. Per tutte le prove è sempre stato seguito uno schema a blocco randomizzato o "split-plot", con quattro ripetizioni. Le parcelle avevano una superficie compresa fra i 10 e i 32 m² e le applicazioni sono state fatte con volume d'acqua compreso fra i 200 ed i 400 L/ha ad una pressione di 200-350 kPa.

Per determinare il livello di efficacia ed l'individuazione dello spettro d'azione sono state effettuate 73 prove fra il 2016 ed il 2018 in Francia (1), Grecia (4), Portogallo (4), Spagna (22) ed Italia (42 prove) sulle principali infestanti delle risaie: *Ammania coccinea*, *Alisma plantago-aquatica*, *Murdannia keisak*, *Bidens* spp., *Cyperus difformis*, *Echinochloa crus-galli*, *Echinochloa*

spp., *Heterantera reniformis*, *Butomus umbellatus*, *Polygonum* spp., *Bolboschoenus maritimus* e *Schoenoplectus mucronatus*.

In tutte le prove Novixid è sempre stato applicato alla dose di 2 L/ha, quando le infestanti avevano raggiunto lo stadio di due foglie, fino ad un culmo di accestimento delle graminacee.

Come prodotti commerciali di riferimento sono stati utilizzati i più usati erbicidi in commercio:

- penoxsulam 20 g/L OD, trade name ViperTM, applicato a 2,0 L/ha
- MCPA 244 g/L EC, trade name U 46 M Class[®], applicato ad 1,27 L/ha
- penoxsulam 20 g/L + tryclopil-butotyl 116 g/L OD, trade name Viper On, applicato a 2 L/ha
- bispyribac-sodium 408 g/kg, SC trade name Nominee[®], applicato a 0,075 kg/ha assieme al bagnante specifico Biopower[®] ad 1 L/ha
- azimsulfuron 500 g/kg, SC trade name Gulliver[®]
- profoxydim 200 g/L EC, trade name Aura[®] applicato assieme al bagnante specifico Dash[®] HC a 0,3% v/v

Nel caso in cui l'efficacia dello standard di riferimento nei confronti di malerbe precedentemente ben controllate fosse risultata inferiore al 50% s, la popolazione veniva considerata come resistente a quel dato meccanismo d'azione.

L'efficacia di Novixid in programmi di diserbo con altri erbicidi a base di Rinskor Active (LoyantTM ed AgixaTM) è stata valutata in 22 prove realizzate in Grecia (3), Italia (12) e Spagna (7) fra il 2016 e il 2018 su *Echinochloa* spp., *B. umbellatus* e *S. mucronatus*.

Ogni prova prevedeva un'applicazione di Novixid a 2 L/ha prima o dopo un'applicazione di Loyant (florpyrauxifen-benzyl 25 g/L) a 1,2 L/ha oppure Agixa (florpyrauxifen-benzyl 12,5 g/L + cyhalofop-butyl 160 g/L) a 2,5 L/ha (tabella 1).

Tabella 1. Momento di applicazione dei vari erbicidi a base di Rinskor Active utilizzati in programma per il controllo di *Echinochloa* spp

Applicazione A (2-3 foglie delle infestanti)	Applicazione B (10-15 giorni dopo A)
Novixid, 2 L/ha	Loyant, 1,2 L/ha
Agixa, 2,5 L/ha	Novixid, 2 L/ha
Novixid, 2 L/ha	Agixa, 2,5 L/ha

Sono state, altresì, condotte 35 prove fra il 2016 ed il 2018, su riso seminato sia in acqua, sia in asciutta, per la verifica della selettività di Novixid sulle più importanti varietà di riso. In queste prove Novixid è stato utilizzato o, con un singolo trattamento (13 prove) e con un trattamento inserito nei programmi di gestione con Agixa o Loyant (22 prove) alla dose di campo di 2 L/ha e al doppio della sua dose, 4 L/ha. I trattamenti sono stati effettuati in tre diversi stadi della coltura: A, da 2 a 4 foglie (BBCH 12-14), B da uno a tre culmi di accestimento (BBCH 21-23), C ad inizio levata (BBCH 30-32)

I rilievi di efficacia sono stati effettuati o due, quattro, otto e dodici settimane dopo l'ultimo trattamento, mentre quelli di selettività sono stati realizzati a partire da una settimana dal trattamento e seguendo le principali fasi fenologiche della coltura. L'efficacia è stata valutata in termini di percentuale di controllo su una determinata infestante, dove 0% si riferisce all'assenza di controllo e 100% al controllo totale. Per la valutazione della selettività sono stati tenuti in conto vari parametri

che valutati separatamente: clorosi, necrosi, inibizione/ritardo della crescita, ingiallimenti o alterazioni della colorazione, deformazioni fogliari valutati su scala percentuale: 0% significa assenza di qualsiasi sintomo di fitotossicità e 100% significa morte della pianta. In queste prove è stata, inoltre, effettuata la raccolta con una mietitrebbia parcellare e la resa per parcella è stata riferita al 15% di umidità al fine di verificare eventuali effetti di Novixid sulla resa finale e sulla qualità della granella.

L'impatto sulle colture in successione è stato valutato in quattro prove (due in Spagna e due in Grecia) effettuate nelle annate 2016-2108, impiegando a 2 L/ha (1x) e a 4 L/ha (2x); in queste prove anche gli standard utilizzati sono stati applicati alla dose singola e doppia.

RISULTATI

Efficacia in applicazione singola

Nelle prove di applicazione singola, Novixid a 2 L/ha ha fornito un grado di efficacia nei confronti delle principali infestanti del riso superiore o analogo a quello degli standard di riferimento (tabella 2). In particolare, sono risultate altamente sensibili (efficacia superiore al 95%) *Alisma plantago-aquatica*, *Ammannia coccinea*, *Bidens* spp., *Cyperus difformis*, *Heteranthera reniformis* e *Murdannia keisak*. Sono state, invece, sensibili *Echinochloa* spp., *Echinochloa crus-galli* e *Polygonum* spp., caratterizzate da un'efficacia rispettivamente del 91,2 del 93 e del 92,6%.

Tabella 2. Efficacia di Novixid verso le infestanti target dello studio. Efficacia media (minima-massima fra parentesi) a 8-12 settimane dopo il trattamento. La densità è espressa in numero di infestanti al metro quadro (p/m²)

Specie	Prove	Densità	Novixid 2 L/ha	penoxsulam 2 L/ha	Standard (a, b, c, d, e)
<i>A. plantago-aquatica</i>	8	86	99,9 (99,8-100)	42 (22,5-85)	85,3 ^a (62,5-98,5)
<i>A. coccinea</i>	13	108	98,4 (95-100)	90,3 (40-100)	
<i>M. keisak</i>	7	25	99,6 (97,5-100)	28,9 (12,5-50)	84 ^c (58,8-100)
<i>Bidens</i> spp.	5	22	100 (100-100)	99,4 (98,8-100)	100 ^b (100-100)
<i>B. umbellatus</i>	6	35	79,5 (72,5-100)	51,3 (35-82,5)	84,1 ^d (76,3-100)
<i>C. difformis</i>	18	533	98 (85-100)	59,8 (8,8-98)	53 ^a (3,8-96)
<i>E. crus-galli</i>	12	141	93 (75-100)	-	73,4 ^c (13,8-100)
<i>Echinochloa</i> spp.	20	68	91,2 (70-100)	55,6 (0-97,3)	51,2 ^c (21,7-100)
<i>H. reniformis</i>	13	429	96,7 (88,8-100)	64,9 (20-100)	74,4 ^b (30-97,5)
<i>Polygonum</i> spp.	7	13	92,6 (85-100)	86,7 (64,2-100)	-
<i>B. maritimus</i>	6	18	84,8 (71,3-96,5)	84,6 (71,3-97,5)	-
<i>S. mucronatus</i> *	9	132	84,4 (71,3-100)	59,6 (32,5-85)	-

^a: standard = penoxsulam 2 L/ha + MCPA 1,27 L/ha

^b: standard = penoxsulam + tryclopypyr-butotyl 2 L/ha

^c: standard utilizzato byspiribac-sodium 0,075 L/ha + Biopower 1 L/ha

^d: standard utilizzato penoxsulam 2 L/ha + azimsulfuron 0,05 kg/ha

^e: standard utilizzato profoxydim 0,5 L/ha + Dash HC 0,3% v/v

* piante da seme

Novixid ha controllato efficacemente anche popolazioni di *S. mucronatus*, *A. plantago-aquatica*, *Echinochloa* spp. e *C. difformis* resistenti agli ALS e popolazioni di *Echinochloa* spp. con resistenza multipla ACCase+ALS. Su queste popolazioni di infestanti, il controllo da parte di penoxsulam a 2 L/ha e profoxydim 0,5 L/ha, di norma ottimale, è stato inferiore al 50% (tabella 3).

Le applicazioni sono state effettuate su infestanti dallo stadio di una foglia fino all'inizio della levata. Il controllo di Novixid è stato quasi totale su *A. plantago aquatica* (99,9% di efficacia) e *C. difformis* (96,5% di efficacia). Su *Echinochloa* spp. resistente ALS+ACCase e *S. mucronatus* resistente agli erbicidi inibitori dell'ALS, l'efficacia è stata inferiore rispetto alle due precedenti infestanti ed uguale a 76,3% e 78,4%, rispettivamente, ma comunque migliore rispetto a quella dei due standard di riferimento, che hanno fornito un controllo pari al 35% su giavone e al 40% su *S. mucronatus*.

Tabella 3. Efficacia di Novixid su infestanti resistenti. Efficacia media (minima-massima fra parentesi) a 8-12 settimane dopo il trattamento. La densità è espressa in numero di infestanti al metro² (p/m²)

Specie	Res	Prove	Densità	Novixid 2 L/ha	penoxsulam 2 L/ha	profoxydim + Dash HC 0,5+0,6 L/ha
<i>A. plantago-aquatica</i>	ALS	6	158	99,9 (99,5-100)	30,2 (17,5-50)	
<i>C. difformis</i>	ALS	7	2642	96,5 (85-100)	34,5 (8,8-50)	
<i>Echinochloa</i> spp.	ALS	11	102,5	90,2 (70-100)	22,5 (0-50)	
	ACCase	2	139	76,3 (70-82,5)	35 (22,5-47,5)	35 (27,4-42,5)
<i>S. mucronatus</i>	ALS	4	375	78,4 (71,3-10)	40 (32,5-85)	

Efficacia in programma di diserbo con altri erbicidi a base di Rinskor Active

Per il controllo ottimale di alcune infestanti, quali *B. umbellatus*, *S. mucronatus* ed *Echinochloa* spp. sono state effettuate delle prove con programmi di diserbo di Novixid a 2 L/ha applicato prima o dopo Agixa o Loyant. In questi lavori il primo trattamento è stato realizzato su infestanti ad uno stadio compreso tra una foglia e un culmo di accestimento e il secondo trattamento da 9 a 34 giorni dopo. I risultati sono riportati in Tabella 4 per *Echinochloa* spp. (ECHSS) ed in tabella 5 per *S. mucronatus* (SCPMU) e *B. umbellatus* (BUTUM).

Queste prove hanno permesso di rilevare che, anche su infestanti più difficili da controllare con un'applicazione sola di Novixid a 2 L/ha, tutti i programmi con due applicazioni di erbicidi a base di Rinskor Active riescono ad elevare la soglia di controllo ad oltre il 95% per *Echinochloa* spp. e *S. mucronatus* da seme e ad oltre il 90% per *B. umbellatus* offrendo un'efficacia migliore o comparabile a quella degli standard utilizzati da soli o in programma.

Tabella 4. Efficacia media (minima e massima fra parentesi) dei programmi di Novixid in programma di diserbo con Agixa e Loyant su *Echinochloa* spp. (ECHSS). La densità delle infestanti è espressa in piante al metro² (p/m²)

Specie	N° prove	Densità	Novixid e Loyant 2 e 1,2 L/ha	Agixa e Novixid 2,5 e 2 L/ha	Novixid e Agixa 2 e 2,5 L/ha	cyhalofop-butyl+profoxydim+ Dash e penoxsulam 1,5 + 0,3 + 0,5 e 1 L/ha
ECHSS	22	80	95,8 (89,7-100)	-	-	89,5 (30-100)
	12	50	-	95 (85-100)	-	89 (53,3-100)
	14	51	-	-	95,3 (82,9-100)	86,9 (53,3-100)

Tabella 5. Efficacia media (minima e massima fra parentesi) dei programmi di Novixid in programma di diserbo con Agixa e Loyant su *B. umbellatus* (BUTUM) e *S. mucronatus* (SCPMU). La densità delle infestanti è espressa in piante al metro quadro (p/m²)

Specie	N° prove	Densità	Novixid e Loyant 2 e 1,2 L/ha	Novixid 2 L/ha	penoxsulam 2 L/ha	penoxsulam+ triclopyr-butotyl 2,5 L/ha
BUTUM	5	17	92,8 (85-100)	87 (67,5-100)	75 (55 - 97,5)	-
SCPMU	8	79	96,4 (88,8-100)	-	51,7 (15 - 85)	-
	3	83	95,9 (88,8-100)	-	-	95,4 (93,8 - 97,5)
	6	79	95,5 (91,3-100)	77,4 (25-100)	-	-

Selettività

Novixid, applicato alla dose di campo di 2 L/ha (1X) e alla dose doppia, allo stadio compreso tra le 2 foglie e l'inizio della levata della coltura, è risultato molto selettivo su tutte le varietà di riso prese in considerazione, seminate sia in acqua, sia in asciutta.

Alcuni sintomi o deformazione fogliare o di rallentamento nello sviluppo della pianta sono comparsi nei giorni immediatamente successivi all'applicazione, ma sono scomparsi entro poche settimane dal trattamento. L'applicazione di Novixid non ha, inoltre, determinato alcun effetto sfavorevole sulla germinazione del riso e sui parametri qualitativi della granella (contenuto in amido e proteine, tempo di gelatinizzazione, consistenza, difetti del chicco e collosità) (risultati non inclusi).

In tutte le prove non sono stati osservati effetti sfavorevoli sulla resa in granella delle varietà testate dal momento che la resa di Novixid sia a dose di campo (2 L/ha) e dose doppia (4 L/ha) (tabella 6).

Tabella 6. Produzione di riso trattato con Novixid espresso come tonnellate per ettaro (t/ha)
Lo stadio della coltura è espresso secondo la scala BBCH (Hess et al., 1997)

N° prove	Stadio coltura	Novixid		penoxsulam		Testimone non trattato
		2 L/ha	4 L/ha	2 L/ha	4 L/ha	
13	12-21	8,5 (5,2-10,1)	8,3 (5,3-11,6)	8,7 (5,3-11,4)	8,7 (5,2-11,3)	8,7 (5,1-11,9)
13	21-23	8,6 (4,9-12,1)	8,3 (4,6-11,6)	10,2	9,2 (5,1-10,6)	
3	30-32	9,7 (8,1-11,4)	9,1 (7,6-10,6)	9	9,4 (7,8-11,4)	

Selettività su colture in successione

Per quanto riguarda la selettività sulle colture in successione, le prove effettuate nel 2013-2014 in Italia Spagna, Portogallo e Grecia con la miscela estemporanea di penoxsulam+Rinskor e nel 2016 in Spagna ed in Grecia con Novixid non hanno evidenziato effetti negativi su pomodoro, mais, riso soia, cotone, girasole, melone ed erba medica per cui Novixid può essere considerato selettivo sia nei sistemi risicoli monocolturali, sia in quelli avvicendati.

CONCLUSIONI

Novixid è un nuovo erbicida sviluppato da Dow AgroSciences specificamente per il riso, composto da florpyrauxifen-benzyl 12,5 g/L, auxina sintetica appartenente al gruppo O del HRAC e penoxulam 20 g/L, un inibitore dell'ALS appartenente al gruppo B del HRAC.

L'attività sperimentale condotta dal 2015 al 2018 ha dimostrato che il prodotto impiegato alla dose di 2 L/ha sia in applicazione singola, sia in applicazioni inserite nei programmi di diserbo con altri erbicidi contenenti Rinskor Active è efficace nei confronti delle principali infestanti del riso, comprese quelle che hanno dato luogo a popolazioni resistenti agli ALS o a resistenze multiple ALS+ACCase: *A. plantago-aquatica*, *A. coccinea*, *C. difformis*, *E. crus-galli*, *Echinochloa* spp. e *S. mucronatus*. Novixid è, inoltre, risultato selettivo su tutte le principali varietà di riso e non ha determinato effetti negativi sulla resa o sui parametri qualitativi della granella. Novixid si propone come uno strumento efficace e flessibile per mantenere la sostenibilità ambientale ed economica della risicoltura in Europa, grazie alla sua efficacia ed al profilo tossicologico, ecotossicologico ed ambientale in linea con la normativa vigente.

LAVORI CITATI

- Busi, R., Powles, S. B., Beckie, H. J., & Renton, M. 2019. Rotations and mixtures of soil- applied herbicides delay resistance. *Pest management science*, 76, 487-496.
- Cavanna S., Bacci L., Larelle D. and A. Carone, 2004. "Penoxsulam (Viper®): nuovo erbicida di post-emergenza per il riso", Atti Giornate Fitopatologiche, Atti, Vol. I, 301-308
- Dalla Valle N., Carone A., Crestani D., Mascanzoni E., Bains M., 2018. Florpyrauxyfen-benzyl (Rinskor Active): nuovo erbicida di post-emergenza per il riso. *Atti Giornate Fitopatologiche*, I, 447-455.
- Epp, J. B., Alexander, A. L., Balko, T. W., Buysse, A. M., Brewster, W. K., Bryan, K., & Irvine, N. M., 2016. The discovery of Arylex™ active and Rinskor™ active: two novel auxin herbicides. *Bioorganic & medicinal chemistry*, 24(3), 362-371.
- Evans, J. A., Tranel, P. J., Hager, A. G., Schutte, B., Wu, C., Chatham, L. A., & Davis, A. S., 2016. Managing the evolution of herbicide resistance. *Pest management science*, 72(1), 74-80.
- Hess, M., Barralis, G., Bleiholder, H., Buhr, L., Eggers, T. H., Hack, H., & Stauss, R., 1997. Use of the extended BBCH scale—general for the descriptions of the growth stages of mono; and dicotyledonous weed species. *Weed Research*, 37(6), 433-441.
- Larelle, D., Mann, R., & Cavanna, S. 2003, January. Penoxsulam, a new broad-spectrum rice herbicide for weed control in European Union paddies. *Proceedings of the BCPC international congress: crop science and technology*.
- Wells, G. S., & Taylor, M. 2016. Rinskor™ active—a new herbicide for rice weed control in Australia. In *20th Australasian Weeds Conference, Perth, Western Australia, 11-15 September 2016* (pp. 269-271). Weeds Society of Western Australia.