

STUDIO DELLA POSSIBILITÀ DI CONVIVENZA DELLA RISICOLTURA BIOLOGICA CON QUELLA CONVENZIONALE

S. AFRIC¹, M. ROMANI¹, E. F. MINIOTTI¹, D. TENNI¹, G. BELTARRE¹, F. VIDOTTO²,
A. FERRERO²

¹ Ente Nazionale Risi – Centro Ricerche sul Riso – Strada per Ceretto, 4
27030 Castello d'Agogna (PV)

² Università degli Studi di Torino - Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari -
Largo P. Braccini, 2, 10095 Grugliasco (TO)
m.romani@enterisi.it

RIASSUNTO

La coltivazione del riso con metodo biologico è inserita nello stesso ambiente di produzione di quella del riso convenzionale, caratterizzato da un riutilizzo multiplo delle acque di irrigazione e dall'impiego di agrofarmaci per ottenere produzioni di elevato livello quali-quantitativo.

Lo studio effettuato nel triennio 2017-19, ha avuto l'obiettivo di verificare la possibilità di convivenza della risicoltura biologica con quella convenzionale nelle attuali condizioni di uso promiscuo delle acque. A questo scopo, si è provveduto a valutare la presenza di 50 agrofarmaci e 2 loro metaboliti nel suolo, nell'acqua, nella pianta e nella granella di riso (risone, semigreggio e bianco) prelevati all'interno delle camere di risaia in coltivazione biologica. I risultati del lavoro hanno posto in evidenza che alcune sostanze attive, glifosate e AMPA soprattutto, sono in grado di persistere nel suolo; che le acque utilizzate per la coltivazione del riso biologico possono contenere residui di agrofarmaci, utilizzati nella coltivazione convenzionale e veicolate dal sistema irriguo; e che le piante di riso sembrerebbero in grado di assorbire alcune di queste sostanze attive (oxadiazon, MCPA, glifosate, azoxystrobin, picoxystrobin, propanile e dicamba). In tali condizioni, non è, tuttavia, mai stato rilevato alcun residuo nelle diverse tipologie della granella di riso ottenuta con metodo biologico, evidenziando la possibilità di convivenza dei due sistemi di coltivazione.

Parole chiave: riso biologico, agrofarmaci, contaminazione acque, residui

SUMMARY

COEXISTENCE ASSESSMENT OF THE ORGANIC AND CONVENTIONAL RICE FARMING

In Italy, organic rice cultivation is included in the same conventional production area characterized by multiple reuse of irrigation water and use of crop protection products to achieve high production and quality levels. The aim of this study was to investigate the possibility of coexistence of organic and conventional rice production under the current conditions of multiple use of water. For this purpose, the presence of 50 active ingredients and 2 metabolites was searched in soil, water, rice plant and grain (paddy rice, brown rice, milled rice) of organic cultivations. Results showed the ability of some active ingredients to persist in paddy soil (i.e. glyphosate and AMPA). Bentazone, MCPA, clomazone, imazamox, quinclorac, glyphosate with AMPA, azoxystrobin were the pesticides most frequently found in paddy water. Rice plants seem to be able to take up some active ingredients from soil and/or water, i.e. oxadiazon, MCPA, glyphosate, azoxystrobin, picoxystrobin, propanile and dicamba. However, in such cultivation conditions no residues were detected in rice grain, suggesting the possibility of coexistence of organic and conventional rice cultivations.

Keywords: organic rice, pesticides, water contamination, residues

INTRODUZIONE

Nel 2018, la superficie risicola italiana dedicata alla produzione biologica è stata di 17.832 ettari, pari al 8,21% di quella totale (217.195 ettari), di cui 5.160 ettari in conversione alla agricoltura biologica (SINAB, dati 2018; Ente Risi, 2018).

La coltivazione del riso biologico è realizzata nello stesso ambiente di produzione del riso convenzionale, derivando l'acqua da un sistema idrico comune. Nel territorio risicolo lombardo-piemontese, infatti, i due sistemi di coltivazione sono caratterizzati da un utilizzo plurimo e promiscuo delle acque. In tali condizioni si pone il rischio di una possibile contaminazione accidentale del riso prodotto con metodo biologico, dovuto ai residui dei prodotti fitosanitari utilizzati nella produzione convenzionale. A tal riguardo merita osservare che, come previsto dal D.M. Mipaaf 309/2011 i limiti massimi di residuo (LMR) di prodotti fitosanitari ammessi per il rilascio della certificazione di prodotto biologico è pari a 0,01 mg/kg.

In relazione a tali aspetti, con questo studio si è inteso valutare il rischio effettivo di contaminazione del riso biologico (granella e pianta), dovuto alla presenza di residui di agrofarmaci presenti nei suoli e nelle acque di irrigazione del sistema risicolo.

MATERIALI E METODI

In questo lavoro è stata condotta un'attività di monitoraggio riguardante 50 sostanze attive e 2 metaboliti di agrofarmaci, utilizzati in agricoltura convenzionale, in due appezzamenti (camere) a conduzione biologica. Lo studio è stato realizzato in due tipici ambienti risicoli, caratterizzati da differenti condizioni pedoclimatiche e gestionali (tabella 1); in particolare si è operato, nel triennio 2017-2019, presso il Centro Ricerche sul Riso dell'Ente Nazionale Risi (ENR) a Castello d'Agogna e, nel biennio 2017-2018, presso un'azienda risicola sita a Brusnengo, nel territorio della baraggia.

Tabella 1. Caratteristiche dei siti sperimentali

	Azienda	
	Centro Ricerche ENR	Baraggia ¹
Località	Castello d'Agogna (PV)	Brusnengo (BI)
Tessitura ²	Franco limoso	Franco limoso
Sostanza organica	1,79%	2,36%
Provenienza acque di irrigazione	Torrente Agogna e colature da campi a monte	Diga della Ravasanella
Modalità di semina	Interrata	In acqua
Varietà	S. Andrea	Rosa Marchetti
Ultimo anno di gestione convenzionale	2016	2015
Periodo di monitoraggio	2017-19 (3 anni)	2017-18 (2 anni)

¹ nome di fantasia per mantenere l'anonimato

² classificazione SISS

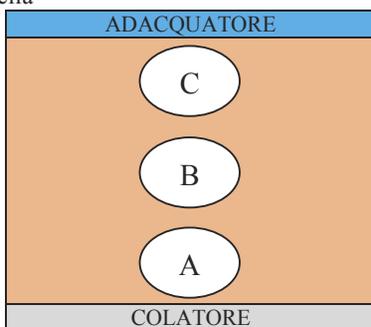
Entrambe le camere oggetto dello studio sono state alimentate dalle acque fornite da un adacquatore, inserito nel sistema irriguo del territorio risicolo di pertinenza, in cui attingono e scaricano aziende sia biologiche e sia convenzionali.

Nella realizzazione dello studio si sono rispettati i vincoli gestionali previsti dal D.M. Mipaaf n. 6793 del 18/07/2018 in tema di rotazione: *“Il riso può succedere a se stesso per un massimo di tre cicli seguiti almeno da due cicli di colture principali di specie differenti, uno dei quali destinato a leguminosa”*. A questo scopo, nel lavoro sono state predisposte due distinte piattaforme sperimentali, derivanti da analoghe gestioni pre-conversione dei trattamenti e costituite, ognuna, da 3 o 4 appezzamenti, in cui il riso è stato avvicendato a soia e/o grano. In ciascun anno di sperimentazione, i campioni sono stati raccolti selezionando un appezzamento investito a riso per ciascuna piattaforma, prelevando:

- 3 campioni di suolo, in 3 zone diverse del campo (figura 1), all’inizio della stagione agraria, per comprendere le concentrazioni delle sostanze attive (s.a.) presenti prima della sommersione dell’appezzamento;
- 8 campioni di acqua in altrettante epoche prelevati all’interno della camera di risaia, composto ciascuno da 10 sub-campioni prelevati in diversi punti del campo;
- 18 campioni di pianta, relativamente alla parte epigea, prelevati in 3 zone diverse del campo, in prossimità della bocchetta di entrata dell’acqua (a monte), al centro della camera, verso la bocchetta di uscita (a valle) (figura 1), in 6 distinte epoche;
- 3 campioni di risone, prelevati in 3 diverse posizioni del campo (figura 1) e, successivamente, in parte sottoposti a lavorazione per ottenere 3 campioni di riso semigreggio e 3 campioni di riso bianco.

La scelta di prelevare campioni in diverse posizioni del campo è stata definita in modo da tener conto di eventuali gradienti di concentrazione di residui di agrofarmaci all’interno dello stesso appezzamento, come riportato da Ferrero et al. (2016).

Figura 1. Rappresentazione schematica del campo sperimentale e dei punti di campionamento di suolo, acqua, piante, granella



L’analisi multiresiduale delle s.a. è stata affidata al laboratorio ChemService - Controlli e Ricerche. L’analisi multiresiduale:

- del suolo ha seguito il metodo interno PPA210 REV.0 2017 - LC-MS QQQ + GC-MS QQQ (tecnica QuEChERS, abbinata all’utilizzo di strumenti GC/MS e LC/MS);
- dell’acqua ha seguito metodo interno PPA211 REV.0 2017 - LC-MS QQQ + GC-MS QQQ;
- delle piante e delle granelle di riso ha seguito il metodo UNI EN 15662:2018 (tecnica QuEChERS, abbinata all’utilizzo di strumenti GC/MS e LC/MS).

Metodiche differenti sono state seguite per l’analisi del glifosate con il suo metabolita AMPA:

- suolo e pianta: glifosate ed AMPA secondo metodo interno PPA231 REV.0 2018 - LC-MS QQQ;
- acqua: glifosate ed AMPA secondo metodo interno PPA232 REV.0 2018 - LC-MS QQQ;
- granelle di riso: glifosate ed AMPA secondo metodo interno PPA233 Rev. 0 2018 - LC-MS QQQ.

I risultati sono stati riferiti alla sostanza secca per le matrici di suolo e di pianta e all'umidità commerciale del 13% per le granelle di riso (risone, semigreggio e bianco).

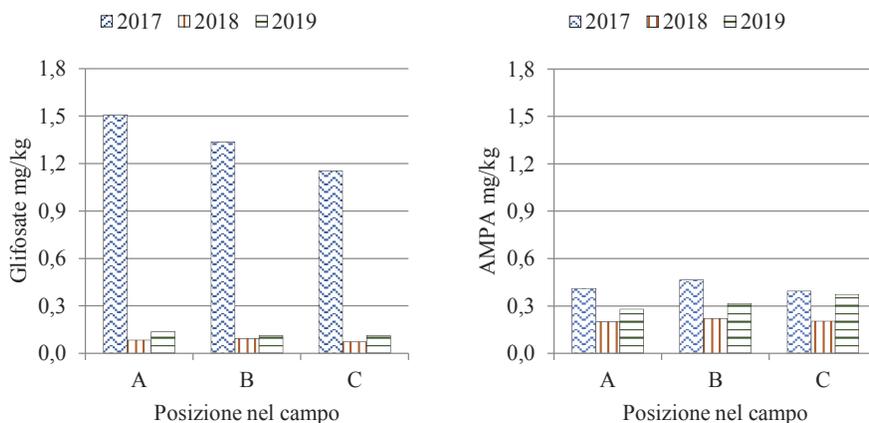
RISULTATI E DISCUSSIONE

Centro Ricerche ENR

I campioni di suolo hanno mostrato concentrazioni rilevabili di AMPA, glifosate, oxadiazon, pendimetalin e triciclazolo. Tutti questi agrofarmaci sono stati utilizzati nel periodo pre-conversione.

Residui di glifosate e AMPA sono stati riscontrati in tutti i suoli campionati e in tutti gli anni di monitoraggio come mostrato in figura 2.

Figura 2. Prova presso il Centro Ricerche ENR. Concentrazioni di glifosate e AMPA riscontrate nel suolo, nel triennio 2017-19



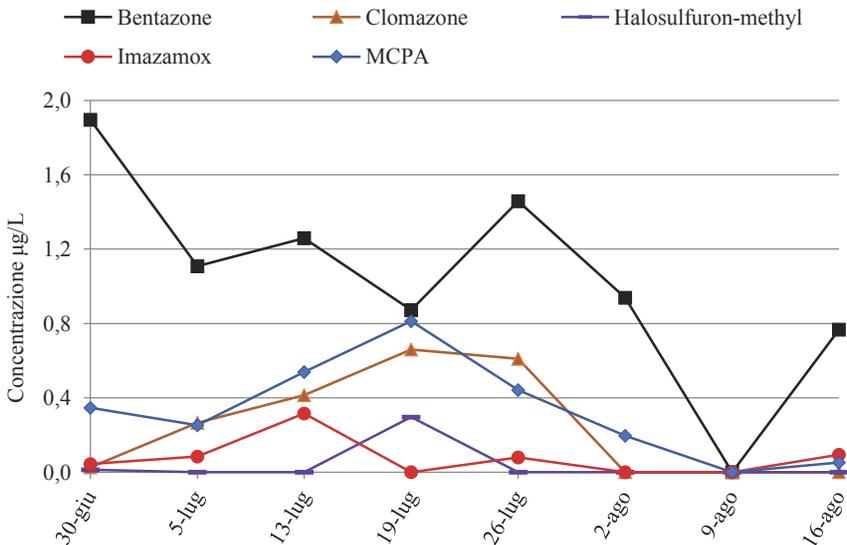
Il glifosate e il suo metabolita AMPA sono stati rilevati in tutte le analisi condotte nel triennio, sia pure con valori molto più ridotti a partire dal secondo anno per il glifosate. Va, al riguardo, però, osservato che a seguito della rotazione culturale, i suoli campionati nel 2017 erano localizzati in una camera diversa da quella considerata nel biennio 2018-19 e, quindi, non direttamente comparabili in termini assoluti. Si ritiene, tuttavia, che, in termini generali i risultati delle analisi, forniscano un'importante informazione sul comportamento di queste sostanze, tenuto conto che entrambe le camere hanno avuto una gestione convenzionale simile e un inizio comune del periodo di conversione e che comparabili osservazioni sono, anche, riportate in letteratura (Yadav et al., 2017; EFSA, 2015). Con riferimento al comportamento ambientale di queste due sostanze Bento et al. (2016) hanno osservato che la principale via di dissipazione del glifosate è quella microbica e, quindi, fortemente influenzata dalla temperatura e dall'umidità del suolo. Gli stessi autori hanno, altresì, rilevato una più rapida

dissipazione del prodotto nei suoli saturi a 30°C di temperatura. Secondo Borggaard e Gimsing (2008) la dissipazione risulta essere inversamente correlata alla capacità di adsorbimento dell'erbicida al suolo. In condizioni anaerobiche, l'AMPA risulta ancora essere il principale metabolita del glifosate (EFSA, 2010) e presenta un più lento processo di dissipazione. In tali condizioni, infatti, è stata osservata una persistenza 21 volte superiore rispetto a quella del parentale (Bento et al., 2016).

Nel biennio 2017/18 sono stati riscontrati residui di oxadiazon in concentrazioni variabili tra 0,01 e 0,02 mg/kg, evidenziando una certa persistenza della sostanza attiva nel suolo, in accordo con i risultati della letteratura (EFSA, 2010; Milan et al., 2019). Le concentrazioni rilevate sono, con ogni probabilità, da attribuire ad applicazioni eseguite negli anni pre-conversione. Nel 2017 è stata riscontrata, inoltre, la presenza di triciclazolo, alla concentrazione di 0,01 mg/kg e, nel 2018, di pendimetalin, alla concentrazione di 0,01 mg/kg.

Nel triennio di studio, presso l'Ente Risi sono stati riscontrati residui di numerosi agrofarmaci nell'acqua della camera in studio. In particolare, nel 2017 sono state rilevate 17 sostanze attive, nell'ambito delle quali solo bentazone, clomazone, halosulfuron-methyl, imazamox e MCPA a concentrazioni superiori a 0,1 µg/L, Standard di Qualità Ambientale per i corpi idrici superficiali, espresso come valore medio annuo (SQA-MA), stabilito dalla Direttiva 2000/60/CE (figura 3).

Figura 3. Prova presso il Centro Ricerche ENR. Concentrazioni delle principali s.a. rilevate nell'acqua, nel 2017



Le concentrazioni riscontrate nelle acque sono da porre in relazione con le applicazioni effettuate nelle aziende a gestione convenzionale poste a monte del campo sperimentale. Le maggiori criticità sono apparse legate alla presenza di bentazone, un erbicida su mais, soia e altre colture, ma non su riso che, nel rilievo del 30 giugno 2017, ha fatto registrare un picco di 1,90 µg/L. La presenza di questa, così come quella di altre sostanze (AMPA, glifosate, quinclorac, oxadiazon) è stata rilevata anche nei monitoraggi dell'ARPA (ARPA Lombardia, 2018). Gli stessi riportano come nel territorio lombardo, bentazone sia stato rilevato nel 13,9%

dei campioni analizzati alla concentrazione, del 95-esimo percentile, pari a 0,21 µg/L e con picco di 5,28 µg/L (ISPRA, 2018). Il ritrovamento della molecola in tale comparto ambientale potrebbe essere dovuto alla bassa capacità di adsorbimento al suolo e alla buona solubilità in acqua (López-Piñero et al., 2017).

Di un certo rilievo è risultata, anche, la presenza dell'erbicida MCPA, soprattutto nel campionamento del 19 luglio 2017, in cui è stata rilevata la concentrazione di 0,81 µg/L. MCPA possiede un'elevata solubilità in acqua e un basso potenziale di ritenzione da parte del suolo (Ministero della salute canadese, 2010). La presenza di questo erbicida è da attribuire alla sua applicazione durante l'accestimento del riso, per il controllo delle infestanti dicotiledoni.

Clomazone, ha presentato un picco di concentrazione pari a 0,66 µg/L nel campionamento effettuato il 19 luglio 2017. Questo sostanza trova frequente applicazione in pre-emergenza del riso, nella semina interrata. Va, però, osservato che questo prodotto è stata rilevato nell'acqua soltanto ad una certa distanza di tempo rispetto al comune periodo di utilizzo. È possibile che la sommersione effettuata a circa un mese dal trattamento, come previsto nella semina interrata, possa aver ritardato la mobilizzazione della molecola, dando luogo alla presenza di residui in tempi diversi e non facilmente prevedibili. Va inoltre ricordato che il clomazone è autorizzato anche per l'impiego su altre colture, tra cui mais e soia. Questo prodotto possiede un'alta solubilità in acqua e una scarsa tendenza a legarsi al suolo. In letteratura, risaie trattate in pre-emergenza con clomazone alla dose di 792 g/ha hanno fatto rilevare concentrazioni alla prima sommersione comprese tra 8,3 e 16,9 µg/L (Schreiber et al., 2017), un ordine di grandezza superiori a quelle riscontrate in questo lavoro.

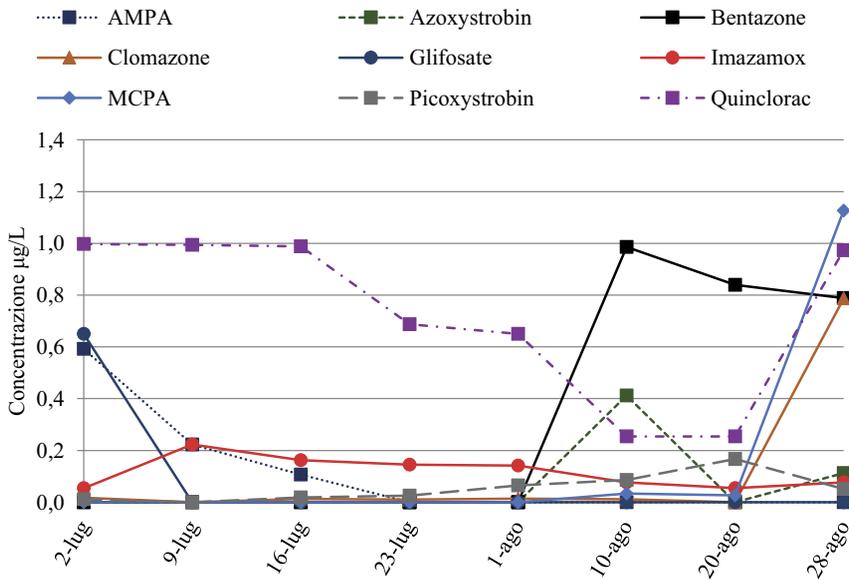
Le concentrazioni di imazamox sono apparse ben correlate al periodo di applicazione dell'erbicida. Milan et al. (2016) in uno studio di dissipazione del prodotto hanno rilevato un residuo massimo nelle acque di ingresso in camera di risaia pari a 0,9 µg/L e pertanto sostanzialmente in linea con i risultati della presente sperimentazione.

Anche per halosulfuron-methyl la presenza dei residui è risultata essenzialmente in linea con l'epoca prevista di intervento.

Le altre sostanze presenti nell'acqua a livelli di concentrazione inferiori a 0,1 µg/L non sono stati rappresentati in figura 3.

Nel 2018 sono state rilevate 20 sostanze attive di cui AMPA, azoxystrobin, bentazone, clomazone, glifosate, imazamox, MCPA, picoxystrobin e quinclorac a concentrazioni superiori a 0,1 µg/L (figura 4).

Figura 4. Prova presso il Centro Ricerche ENR. Concentrazioni delle principali s.a. rilevate nell'acqua, nel 2018



La sostanza che nel 2018 ha fatto registrare la maggior presenza di residui nell'acqua, con valori prossimi a 1 µg/L nei primi tre campionamenti, è stata il quinclorac, un erbicida non più autorizzato su riso. In uno studio effettuato in Italia, quinclorac, utilizzato alla dose di 300 g/ha, ha fatto registrare concentrazioni nell'acqua variabili tra 2 e 5 µg/L, con una DT_{50} acqua compresa tra 6,7 e 7,8 giorni (Ferrero et al., 2016). In un lavoro realizzato da ENR, con il prodotto utilizzato a 375 g/ha, la concentrazione massima riscontrata nelle acque in camera di risaia, a 6 giorni dal trattamento, è risultata pari a 17,14 µg/L.

Nell'acqua è stata anche rilevata la presenza di glifosate e del suo metabolita AMPA. L'erbicida trova, nell'areale della Lomellina, ampia utilizzazione per la devitalizzazione delle malerbe nella falsa semina. Il prodotto è caratterizzato da elevata solubilità e persistenza in acqua, oltre ad essere poco soggetto alla degradazione chimica e fotolitica (Yadav et al., 2017). Il glifosate è stato riscontrato a una concentrazione di 0,65 µg/L solo al primo campionamento del 2 luglio 2018. Il suo metabolita AMPA partendo da una concentrazione di 0,59 µg/L del 2 luglio 2018 ha fatto registrare, nel tempo, una graduale diminuzione, fino a non essere più rilevabile nel quarto campionamento. Afric et al. (2019) in uno studio di dissipazione di glifosate e AMPA hanno riscontrato concentrazioni iniziali nelle acque variabili, rispettivamente, tra 0,27 e 2,50 µg/L e tra 0,16 e 8,97 µg/L.

I picchi di concentrazione dei fungicidi azoxystrobin e picoxystrobin rispettivamente, pari a 0,41 µg/L, 0,17 µg/L, sono stati osservati nel periodo successivo alla loro applicazione. In uno studio di dissipazione dell'azoxystrobin sono state rilevate concentrazioni, a 7 giorni dal trattamento, comprese tra 0,90 e 28,61 µg/L (Afric et al., 2019).

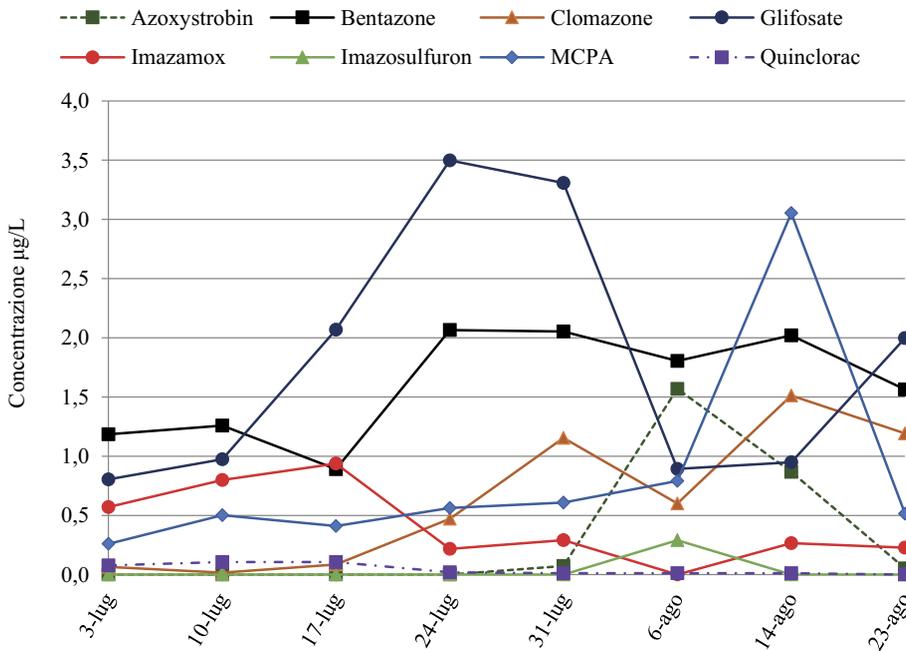
Bentazone ha fatto registrare una presenza di residui solo a partire dal 10 agosto 2018, con valori variabili tra 0,79 e 0,99 µg/L.

Imazamox ha mostrato andamenti in linea con il periodo di applicazione, raggiungendo il valore più elevato di 0,22 µg/L il 9 luglio 2018.

Clomazone e MCPA sono risultati presenti, con concentrazioni, rispettivamente, di 0,79 µg/L e 1,13 µg/L, solo nell'ultimo campionamento del mese di agosto. L'anticipata asciutta finale delle risaie a monte rispetto al campo monitorato potrebbe aver favorito il trasferimento delle sostanze attive nei canali di irrigazione.

Nel 2019 sono state rilevate 21 s.a., nell'ambito delle quali azoxystrobin, bentazone, clomazone, glifosate, imazamox, glifosate, imazosulfuron, MCPA, quinclorac in concentrazioni superiori a 0,1 µg/L (figura 5).

Figura 5. Prova presso il Centro Ricerche ENR. Concentrazioni delle principali s.a. rilevate nell'acqua, nel 2019



In questa campagna di monitoraggio il glifosate è stata la sostanza che ha fatto rilevare i residui più elevati, con livelli, il 24 luglio, pari a 3,50 µg/L.

Significativa è, anche, stata la presenza di residui del bentazone che dal campionamento del 24 luglio 2019 si è stabilizzato su concentrazioni prossime a 2 µg/L.

L'MCPA ha mostrato un andamento in crescita durante la stagione fino a raggiungere il picco di 3,05 µg/L nel campionamento del 14 agosto 2019, verosimilmente dovuto a una asciutta finale anticipata delle camere di risaia a monte.

L'imazamox ha fatto rilevare una presenza di residui compatibili con il periodo di applicazione, caratterizzato da un picco di 0,94 µg/L nel rilievo di metà luglio.

La concentrazione del clomazone nell'acqua ha assunto, a partire dal mese di luglio, valori crescenti fino a raggiungere il valore massimo di 1,51 µg/L il 14 agosto 2019, probabilmente a

seguito di un desorbimento dal suolo e di un graduale accumulo nell'acqua, dopo la sua applicazione.

Azoxystrobin ha presentato un picco di 1,57 µg/L nel campionamento del 6 agosto, in linea con i consueti trattamenti fungicidi.

Alcune sostanze attive sono state anche riscontrate nelle piante di riso (tabella 2).

Tabella 2. Prova presso il Centro Ricerche ENR. Concentrazioni delle sostanze riscontrate nelle piante di riso in 3 aree della camera, nel triennio 2017-19

Anno	S.A.	Data	Pianta A mg/kg	Pianta B mg/kg	Pianta C mg/kg
2017	Oxadiazon	30-giu	0,12	0,07	0,15
2018	Azoxystrobin	22-giu		0,04	
		1-ago	0,10	0,12	0,11
		20-ago	0,13		
		28-ago	0,06		
	Dicamba	5-ott		0,43	
2019	Glifosate	21-giu	0,19	0,30	0,26
		6-lug	0,40	0,21	0,37
		22-lug	0,20	0,23	0,35
		6-ago	1,95	0,30	0,14
		23-ago	0,29	0,14	0,71
		3-ott		0,61	
	AMPA	22-lug			0,30
		3-ott		0,53	0,28

Nel 2017 sono stati riscontrati nelle piante di riso soltanto residui di oxadiazon esclusivamente nella prima epoca di campionamento, presumibilmente assunti dal terreno, data la presenza nello stesso e l'assenza della s.a. nell'acqua in tale epoca. Secondo Ishizuka et al. (1975) l'erbicida può essere assorbito dalle radici e traslocato principalmente nelle foglie più vecchie di riso. L'assenza di residui nei campionamenti successivi lascia supporre che l'assorbimento radicale non aumenti proporzionalmente alla crescita della biomassa vegetale; in tali condizioni, si determinerebbe un effetto diluizione, tale da abbassare i livelli di presenza dell'erbicida sotto i limiti di quantificazione strumentale, e/o potrebbe verificarsi una maggior trasformazione metabolica all'interno della pianta di riso.

Nel 2018, sono state riscontrate, limitatamente ad alcune posizioni della risaia, unicamente residui di azoxystrobin e dicamba. Nel rilievo del 22 giugno 2018 è stata rilevata la presenza di azoxystrobin ad una concentrazione poco superiore al limite di quantificazione nella posizione centrale della camera, non spiegabile con l'assunzione del prodotto dal suolo o dall'acqua, non essendo lo stesso stato rilevato nel terreno e non essendo ancora stata effettuata la sommersione del campo. I successivi riscontri della sostanza nella pianta sono da porre in relazione, presumibilmente, alla sua capacità di assorbimento dall'acqua, come evidenziato dalla *Food Safety Commission of Japan* (2006).

La presenza di dicamba nella pianta di riso alla raccolta è, probabilmente, da attribuire a trattamenti eseguiti su altre colture (es. mais, frumento) e trasportati a mezzo delle acque di irrigazione e non rilevati al momento dei campionamenti dell'acqua.

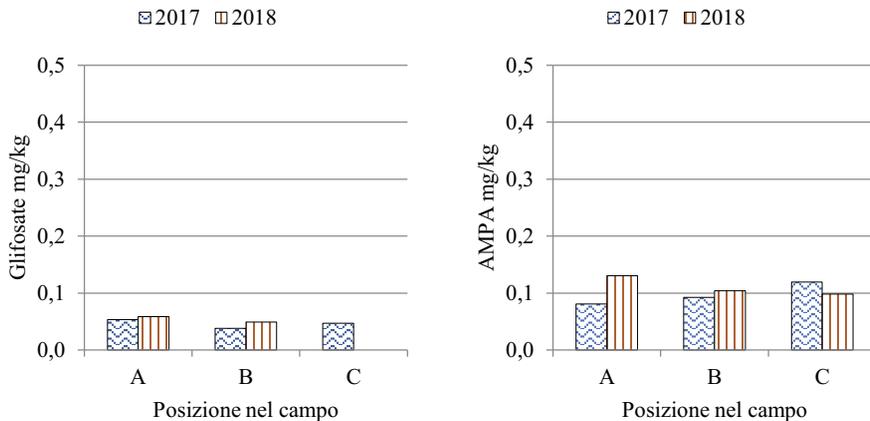
Nel 2019 sono stati riscontrati nella quasi totalità dei campionamenti di pianta residui di glifosate e, solo in 3 di essi, anche di AMPA (tabella 2). Questi risultati confermano quanto riportato dalla letteratura in merito alla capacità delle piante di assorbire glifosate dalle radici e di traslocarlo nella parte aerea, limitandone la degradazione ad AMPA (EFSA, 2015).

In tutti gli anni di sperimentazione le diverse tipologie di granella di riso (risone, semigreggio e bianco) prelevate all'interno della risaia biologica non hanno mai fatto registrare la presenza di residui di prodotti fitosanitari provenienti da trattamenti effettuati nelle aziende a conduzione convenzionale.

Azienda Baraggia

I campioni di suolo prelevati nella azienda Baraggia hanno mostrato la presenza di glifosate, AMPA (figura 6) e oxadiazon. I residui di tali sostanze sono, con ogni probabilità, dovuti ad applicazioni effettuate negli anni precedenti e non all'accumulo dei residui contenuti nelle acque, essendo l'azienda localizzata a nord del comprensorio risicolo ed irrigata con le acque provenienti dalla diga della Ravasanella, con limitate colature provenienti da campi posti a monte.

Figura 6. Prova presso l'azienda Baraggia. Concentrazioni di glifosate e AMPA riscontrate nel suolo, nel biennio 2017-18

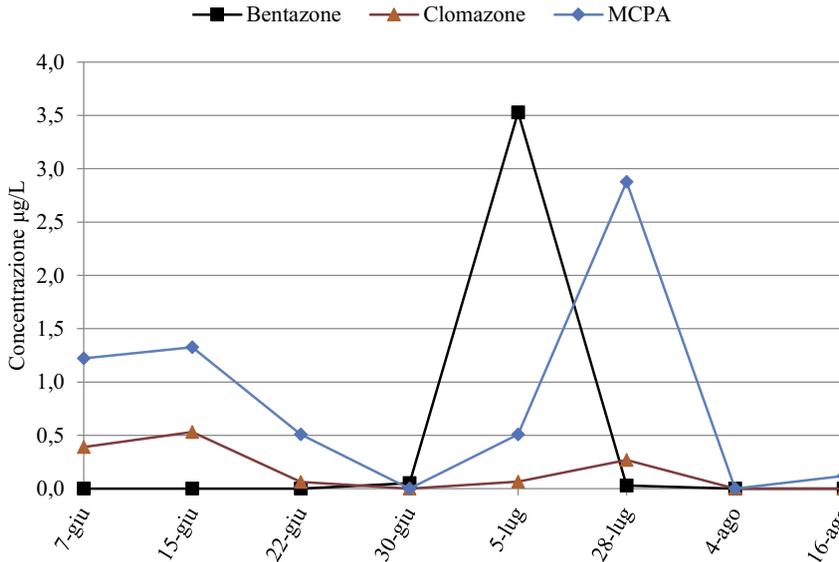


A seguito della rotazione, i campioni di suolo prelevati nel 2017 erano localizzati in una camera diversa da quella utilizzata nel 2018. Tuttavia, si ritiene che, anche in questa sperimentazione, possano essere applicate le considerazioni già espone per la prova presso il Centro Ricerche dell'ENR, in merito alla comparabilità diretta dei risultati delle analisi, essendo le diverse camere state interessate da una gestione convenzionale simile, da un inizio comune del periodo di conversione, ed inserite nello stesso sistema irriguo. In questo caso, glifosate e AMPA hanno fatto registrare concentrazioni nel terreno notevolmente inferiori a quelle riscontrate nella prova presso il Centro Ricerche dell'ENR, probabilmente a causa del maggiore periodo di gestione con metodo biologico dell'appezzamento. Oltre alle s.a. sopra espone, nel 2017, sono stati riscontrati anche residui di oxadiazon, nella posizione centrale e

in quella a valle della camera (A e B), a concentrazioni comprese tra 0,01 e 0,02 mg/kg, derivanti, probabilmente, da precedenti applicazioni.

Nel 2017 le acque campionate hanno evidenziato la presenza di 5 sostanze attive, di cui 3 in concentrazioni degne di nota ossia bentazone, MCPA e clomazone (figura 7).

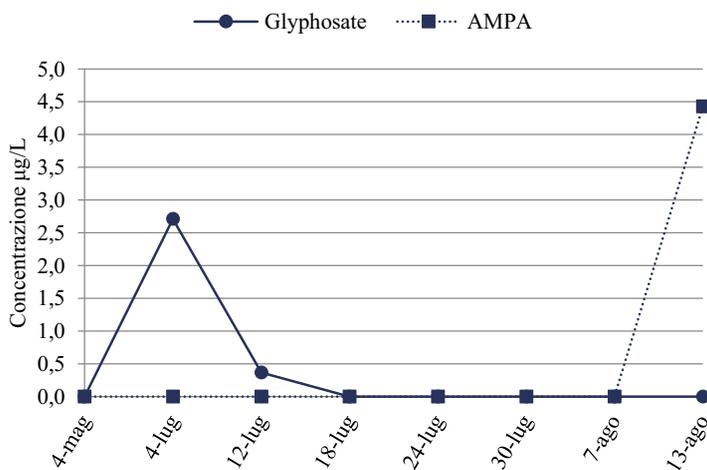
Figura 7. Prova presso l'azienda Baraggia. Concentrazioni delle principali s.a. rilevate nell'acqua, nel 2017



Anche in questa prova le sostanze che hanno fatto registrare i residui più elevati sono state il bentazone e l'MCPA, con concentrazione massime pari, rispettivamente, a 3,53 µg/L, il 5 luglio 2017 e 2,87 µg/L, il 28 luglio 2017. È stata infine riscontrata una concentrazione significativa di clomazone, pari a 0,53 µg/L, nel campionamento del 15 giugno 2017. Il picco di concentrazione di bentazone, potrebbe essere attribuibile a utilizzi su altre colture. Nel caso del MCPA la presenza posticipata del picco di residuo nell'acqua, potrebbe essere legata ad un impiego tardivo del prodotto per interventi di soccorso. Residui di clomazone sono risultati in linea con i trattamenti di pre-emergenza e post-emergenza precoce della coltura risicola.

Nel 2018, le acque analizzate hanno mostrato la presenza di 15 s.a. di cui solo glifosate e AMPA a concentrazioni superiori a 0,1 µg/L (figura 8).

Figura 8. Prova presso l'azienda Baraggia. Concentrazioni delle principali s.a. rilevate nell'acqua, nel 2018



Il glifosate ha fatto registrare la massima concentrazione pari a 2,71 µg/L nel campionamento del 4 luglio 2018, mentre l'AMPA è stato rilevato soltanto durante l'ultimo campionamento, eseguito il 13 agosto 2018 con un residuo di 4,43 µg/L. Lo sfasamento di oltre un mese nei picchi massimi delle due sostanze è, verosimilmente, da porre in relazione alla elevata solubilità e stabilità nell'acqua del parentale.

Le piante di riso hanno evidenziato la presenza delle sostanze attive riportate in tabella 3.

Tabella 3. Prova presso l'azienda Baraggia. Concentrazioni delle sostanze riscontrate nelle piante di riso, in 3 aree della camera, nel biennio 2017-18

Anno	S.A.	Data	Pianta A mg/kg	Pianta B mg/kg	Pianta C mg/kg
2017	Oxadiazon	15-giu	0,08	-	-
2018	Azoxystrobin	12-lug	-	0,04	0,04
		30-lug	0,09	-	-
		13-ago	-	-	0,09
	MCPA	2-ott	2,24	1,23	-
	Oxadiazon	15-giu	-	0,04	-
	Picoxystrobin	13-ago	0,24	-	-
	Propanile	15-giu	0,06	0,10	0,06

L'oxadiazon è stato riscontrato nel 2017 nelle piante campionate nella parte più a valle della camera, mentre nel 2018 in quelle della zona centrale, esclusivamente nella prima epoca di

campionamento di ciascun anno. La stessa sostanza era stata rilevata, nel primo anno, soltanto nel suolo, mentre, nel secondo, solo nell'acqua.

I riscontri analitici di azoxystrobin e picoxystrobin sono risultati ben correlati con i consueti periodi di applicazione dei fungicidi. Il mancato ritrovamento nell'acqua dei residui di picoxystrobin nel 2018 potrebbe essere legato alla frequenza dei campionamenti, effettuati ad intervalli variabili in funzione del programma di gestione irrigua stabilito dall'azienda.

La presenza, nel 2018, nelle piante di riso di residui di MCPA, è da porre in relazione alle concentrazioni rinvenute nelle acque, data l'assenza di residui dell'erbicida nel suolo.

I residui di propanile nelle piante di riso non corrispondenti ad un loro ritrovamento nei monitoraggi delle acque e del terreno è verosimilmente da porre in relazione, come sopra già evidenziato, al programma dei campionamenti, non coincidente con l'epoca della loro presenza.

Le diverse tipologie di granella di riso biologico (risone, semigreggio e bianco) campionate nei due anni di sperimentazione non hanno mai fatto registrare la presenza di residui di agrofarmaci.

CONCLUSIONI

I risultati ottenuti nel presente lavoro realizzato in due diversi ambienti di coltivazione del riso biologico hanno permesso di osservare che:

- le sostanze presenti con maggior frequenza nei suoli di risaia, in conseguenza dei trattamenti effettuati prima del periodo di conversione alla coltivazione biologica o del trasporto ad opera delle acque del sistema irriguo sono state glifosate, AMPA e oxadiazon;
- gli agrofarmaci riscontrati con maggiore frequenza a concentrazioni superiori a 0,1 µg/L nelle acque del sistema irriguo degli areali considerati sono risultati essere bentazone, MCPA, clomazone, imazamox, quinclorac, glifosate con AMPA, azoxystrobin;
- le piante di riso sembrerebbero in grado di assorbire dal suolo o dalle acque alcune sostanze attive quali oxadiazon, MCPA, glifosate, azoxystrobin, picoxystrobin, propanile e dicamba;
- la presenza di residui di agrofarmaci nei suoli e, soprattutto, nelle acque del sistema risicolo, derivante da una ordinaria gestione convenzionale della risaia, non ha comportato particolari rischi di contaminazione della granella di riso ottenuta con metodo biologico.

Sulla base delle evidenze analitiche di questo lavoro di medio periodo si può ragionevolmente concludere che, nelle attuali condizioni di uso promiscuo dell'acqua, è possibile la convivenza della risicoltura biologica con quella convenzionale.

Ringraziamenti

I risultati riportati in questo studio relativi agli anni 2017 e 2018 sono stati ottenuti nell'ambito del progetto Risobiosystems - Progetto di ricerca, sviluppo e trasferimento a sostegno della risicoltura biologica.

LAVORI CITATI

- Afric S., Romani M., Miniotti E.F., Tenni D., Beltarre G., Vidotto F., Ferrero A., 2019. Comportamento residuale nella granella e nelle piante di riso di alcuni agrofarmaci e loro dissipazione nel suolo e nelle acque di risaia. *Atti Giornate Fitopatologiche*, in press.
- ARPA Lombardia, 2018. Stato delle acque superficiali nei territori provinciali della Lombardia, allegato 8. Rapporto triennale 2014-2016.

- Bento C.P.M., Yang X., Gort G., Xue S., Van Dam R., Zomer P., Mol H.G.J., Ritsema C.J., Geissen V., 2016. Persistence of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in loess soil under different combinations of temperature, soil moisture and light/darkness. *Science of the Total Environment*, 572, 301-311.
- Borggaard O.K. and Gimsing A.L., 2008. Fate of glyphosate in soil and the possibility of leaching to ground and surface waters: a review. *Pest Management Science*, 64, 441-456.
- EFSA, 2010. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance oxadiazon. *EFSA Journal*, 8(2):1389, 20-21.
- EFSA, 2015. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance glyphosate. *EFSA Journal*, 13(11):4302.
- Ente Risi, 2018. http://www.enterisi.it/servizi/bilanci/bilanci_fase01.aspx?Campo_15868=10
- Ferrero A., Milan M., Fogliatto S., De Palo F., Vidotto F., 2016. Ruolo della gestione dell'acqua in risaia nella mitigazione del rischio di contaminazione delle acque superficiali da prodotti fitosanitari. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 37-46.
- Food Safety Commission of Japan, 2006. Evaluation report of azoxystrobin. https://www.fsc.go.jp/english/evaluationreports/pesticide/evaluationreport_azoxystrobin.pdf
- Ishizuka K., Hirata H., Fukunaga K., 1975. Adsorption, traslocation and metabolism of 2-tert-Butyl-4-(2,4-dichloro-5-isopropoxyphenyl)-LJ2-1,3, 4-oxadiazolin-5-one (Oxadiazon) in Rice Plants. *Agricultural and Biological Chemistry*, 39(7), 1431-1446.
- ISPRA, 2018. Rapporto nazionale pesticidi nelle acque. Dati 2015-2016. Tabelle Regionali.
- López-Piñero A., Peña D., Albarrán A., Sánchez-Llerena J., Rato-Nunes J. M., Rozas M.A., 2017. Behaviour of bentazon as influenced by water and tillage management in rice-growing conditions. *Pest Management Science*, 73, 1067-1075.
- Milan M., Ferrero A., Fogliatto F., Piano S., Negre M., Vidotto F., 2019. Oxadiazon dissipation in water and topsoil in flooded and dry-seeded rice fields. *Agronomy*, 9, 557.
- Milan M., Ferrero A., Fogliatto S., De Palo F., Vidotto F., 2016. Imazamox dissipation in two rice management systems. *Journal of Agricultural Science*, 155(3), 431-443.
- Ministero della Salute canadese, 2010. Guidelines for Canadian Drinking Water Quality: Guideline Technical Document 2-Methyl-4-chlorophenoxyacetic Acid (MCPA).
- Schreiber F., Scherner A., Massey J.H., Zanella R., Avila L.A., 2017. Dissipation of clomazone, imazapyr, and imazapic herbicides in paddy water under two rice flood management regimes. *Weed Technology*, 31, 330-340.
- SINAB, 2018. Bio-Statistiche. <http://www.sinab.it/content/bio-statistiche>
- Tomlin C.D.S., 2019. The pesticide manual, British Crop Production Council, 15° edizione
- Yadav V., Kaur P., Kaur P., 2017. Effect of light conditions and chemical characteristics of water on dissipation of glyphosate in aqueous medium. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189, 613.
- Zanella R., Adame M.B., Peixoto S.C., Friggi C.A., Prestes O.D., Machado S.L.O., Marchesan E., Avila L.A., Primel E.G., 2011. Herbicides persistence in rice paddy water in Southern Brazil. In: *Herbicides - Mechanisms and Mode of Action* (Hasaneen M.N.), Cap. 10, 183-204, Available from: <http://www.intechopen.com/books/herbicidesmechanisms-and-mode-of-action/herbicides-persistence-in-rice-paddy-water-in-southern-brazil>