

**Progetto:** Risobiosystems - Progetto di ricerca, sviluppo e trasferimento a sostegno della risicoltura biologica - D.M. n. 67374 del 27/09/2018 contributi per progetti ricerca in agricoltura biologica MIPAAF.

**Durata progetto:** 36 mesi, 2017-2020. Termine di scadenza del progetto dopo proroga: 12 gennaio 2021.

**Coordinatore di progetto:** CREA-CI

1

**Coltivazione del riso con il metodo biologico negli areali risicoli del Nord Italia -**  
Descrizione e valutazione delle tecniche di coltivazione e degli aspetti agronomici

**Prodotto finale di progetto:** Documento 2B - Descrizione delle tecniche di coltivazione valutate, protocolli di coltivazione e proposta di best practices - derivante dalle attività del WP2, "Ricerca e sperimentazione di tecniche innovative per la gestione dei sistemi risicoli biologici"

**Autori:**

Stefano Monaco – *CREA-CI*

Marco Romani, Eleonora Miniotti - *Ente Nazionale Risi*

Stefano Bocchi, Francesca Orlando, Valentina Vaglia - *Università degli Studi di Milano-DESP*

Francesco Vidotto, Dario Sacco, Fernando De Palo, Barbara Moretti - *Università degli Studi di Torino-DISAFSA*

Elisa Zampieri, Andrea Volante – *CREA-CI*

## Sommario

Premessa.....	3
1. Introduzione .....	3
2. Descrizione e valutazione delle tecniche di coltivazione del riso biologico.....	4
2.1. La tecnica della “pacciamatura verde” .....	5
2.2. La semina in acqua con controllo meccanico delle infestanti .....	6
2.3. La semina interrata a file con controllo meccanico delle infestanti .....	7
2.4. La pacciamatura con film bioplastici .....	8
2.5. Il trapianto meccanico.....	8
3. Valutazione dei principali aspetti agronomici.....	10
3.1. Rotazione .....	11
3.2. Gestione della fertilità e fertilizzazione organica .....	12
3.3. Scelta e valutazione delle varietà .....	12
3.4. Sviluppo e valutazione di prodotti specifici per l’Agricoltura biologica.....	12
Conclusioni .....	15

## Premessa

L'obiettivo del presente documento è quello di raccogliere i risultati di alcune delle sperimentazioni del progetto, in particolare quelle relative alla valutazione delle tecniche di coltivazione del riso con metodo biologico e degli aspetti agronomici più rilevanti. Tali attività sono state svolte nell'ambito del WP2, "Ricerca e sperimentazione di tecniche innovative per la gestione dei sistemi risicoli biologici", articolato in 5 diverse azioni. Nel presente documento si riportano i risultati relativi all'azione 2.3, "Sviluppo e impiego di materiali genetici e di prodotti specifici per l'Agricoltura Biologica (AB)", all'azione 2.4, "Sperimentazione di tecniche agronomiche" e all'azione 2.2, "Individuazione di modelli di gestione dell'avvicendamento", per la parte relativa alla valutazione dell'effetto allelopatico di alcune colture intercalari. Per le altre azioni del WP2, relative alle valutazioni di carattere economico e alle analisi a scala territoriale, si rimanda al report 2A.

Il documento illustra le attività svolte e gli obiettivi raggiunti nel loro complesso, in modo da integrare tra loro le singole attività sperimentali svolte dai diversi partner di progetto, i cui report integrali sono invece riportati negli allegati.

## 1. Introduzione

Le attività e gli obiettivi previsti dal progetto e illustrati nel presente report erano articolati secondo i seguenti punti (la numerazione si riferisce a quanto riportato nella Scheda generale del progetto):

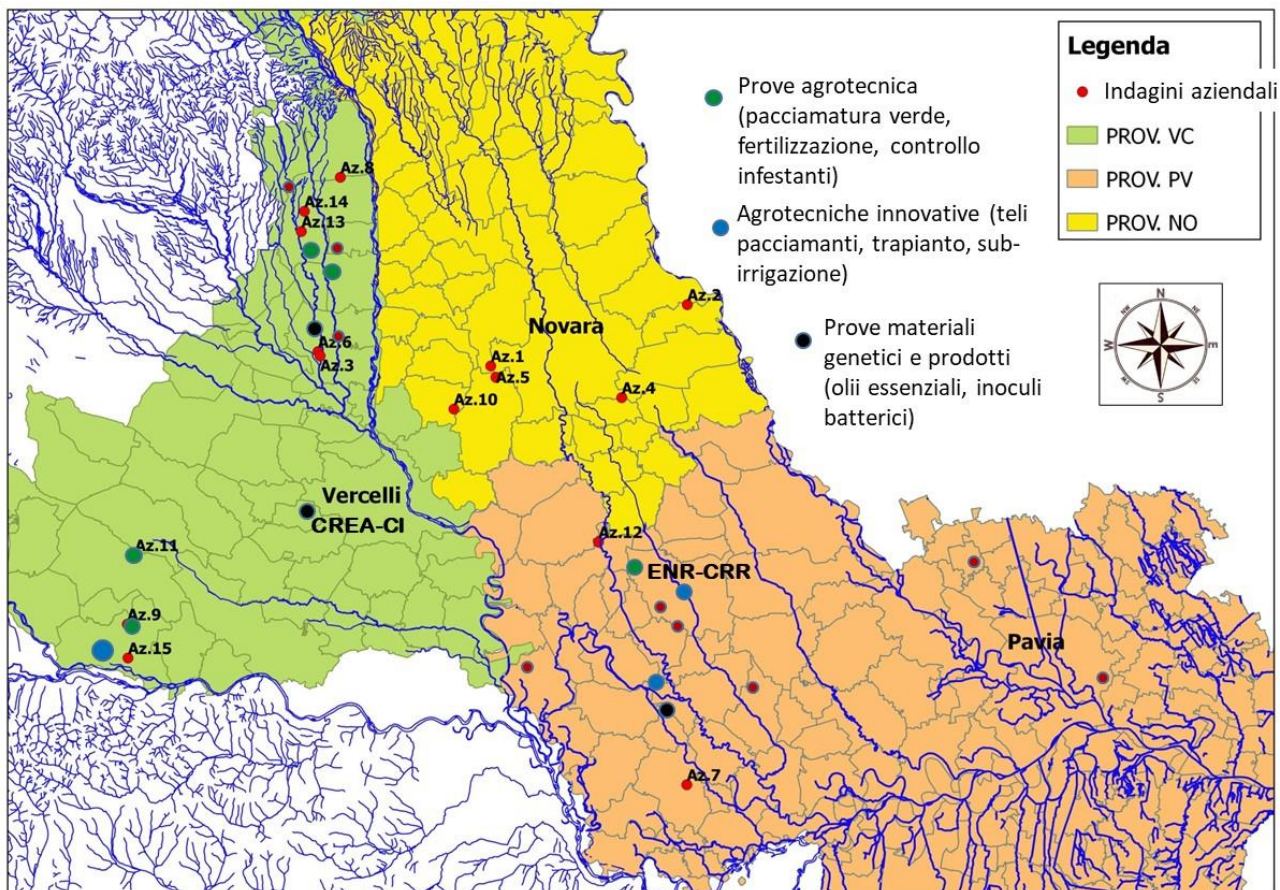
**2.2) individuazione di modelli di gestione dell'avvicendamento:** questa attività era finalizzata a valutare le diverse strategie di avvicendamento attuate nelle diverse condizioni pedo-climatiche e a individuare modelli alternativi di gestione degli avvicendamenti, anche mediante la valutazione delle colture più interessanti per la rotazione con il riso;

**2.3) sviluppo e impiego di materiali genetici e di prodotti specifici per l'AB:** questa attività era finalizzata a individuare e valutare mediante prove in campo le varietà potenzialmente adatte alle condizioni di AB sia per le caratteristiche genetiche (resistenza a malattie, efficienza di uso nelle risorse), sia per l'interazione con specifiche pratiche agronomiche (effetto della fermentazione di biomasse sulla germinabilità) o prodotti consentiti in AB (trattamento del seme con oli essenziali ad effetto antifungino, inoculo di batteri promotori della crescita isolati da riso).

**2.4) sperimentazione di tecniche agronomiche:** diverse azioni sono state intraprese in questa attività, finalizzate alla valutazione: i) dell'effetto della pacciamatura verde; ii) dell'effetto fertilizzante e fitotossico derivante dalla fermentazione di cover crop; iii) di differenti strategie di fertilizzazione organica; iv) dell'uso di materiali biodegradabili per la pacciamatura, anche combinato alla tecnica della subirrigazione; v) dell'applicabilità del trapianto meccanico; vi) dell'uso di sostanze di origine naturale ad azione erbicida.

Queste attività hanno permesso di studiare i principali aspetti agronomici relativi alla gestione del riso in agricoltura biologica, che vengono descritti nei capitoli successivi. Le

attività sperimentali sono state svolte in dispositivi sperimentali allestiti presso i centri di ricerca coinvolti, sia in pieno campo, sia in serra e in camera di crescita. Inoltre, alcune attività sono state effettuate presso aziende biologiche localizzate nei diversi areali risicoli del Nord Italia, come riportato in **Figura 1**.



**Figura 1.** Localizzazione delle prove sperimentali (cerchio in nero, azzurro e verde) nel distretto risicolo del Nord-Italia. Nella mappa sono presenti (cerchi in rosso), le aziende oggetto delle indagini tecnico-economiche.

## 2. Descrizione e valutazione delle tecniche di coltivazione del riso biologico

Uno dei principali obiettivi del WP2 era quello di individuare e valutare le tecniche di coltivazione del riso in agricoltura biologica, adatte ai diversi areali risicoli. Le agrotecniche valutate sono state sia quelle più tradizionali e diffuse nelle aziende, emerse dalle indagini aziendali nel corso del progetto (es. pacciamatura verde, falsa semina), sia quelle a carattere più innovativo (es. trapianto meccanico). L'attività sperimentale, svolta sia nelle aziende agricole sia nei dispositivi sperimentali, ha permesso di valutare le modalità migliori di gestione di tali agrotecniche e i risultati conseguibili.

L'aspetto più critico nell'individuazione e messa a punto dell'agrotecnica da adottare, è quello legato alla gestione delle infestanti che possono causare consistenti perdite di produzione. Tra le tecniche colturali più utilizzate e valutate nel progetto, ci sono: 1) La tecnica della semina del riso su coltura di copertura, la cosiddetta "pacciamatura verde", che in questi ultimi anni è divenuta oggetto di grande interesse in risicoltura sia a livello applicativo sia di sperimentazione, 2) la tecnica della falsa semina in acqua e gestione meccanica delle infestanti e 3) la tecnica della semina interrata a file e gestione meccanica delle infestanti. Oltre a queste agrotecniche, il progetto ha previsto la valutazione della 4) pacciamatura con film bioplastici e 5) la tecnica del trapianto meccanico. La sintesi delle attività e dei principali risultati relativi alla valutazione delle agrotecniche sono riportati in **Tabella 1**, mentre nei paragrafi seguenti ne vengono descritti gli aspetti agronomici più rilevanti.

### 2.1. La tecnica della "pacciamatura verde"

La tecnica della cosiddetta "pacciamatura verde" prevede la coltivazione di una coltura di copertura nell'autunno-inverno che diventerà il materiale vegetale pacciamante nel quale seminare il riso in primavera. I residui colturali, lasciati sul suolo, fungono da barriera fisica e riducono la quantità di energia luminosa che raggiunge la superficie del terreno, diminuendo l'emergenza delle erbe infestanti nelle prime fasi di sviluppo del riso, oltre a inibire le infestanti per mezzo della fermentazione cui la biomassa va incontro. Questo secondo aspetto è però risultato secondario rispetto alla copertura fisica, se non addirittura non significativo. Come riportato nel report dell'ENR (**Allegato B1**), la tecnica ha trovato le prime applicazioni su riso negli Stati Uniti ed è stata introdotta in Italia nei primi anni 2000 dalla famiglia Stocchi, alla quale si deve l'adattamento alle nostre tecniche di coltivazione. Per la perfetta riuscita di questa tecnica colturale, è necessario ottenere un buono sviluppo della coltura intercalare. Questo risultato si ottiene mettendo a punto l'agrotecnica migliore per le specifiche condizioni pedo-climatiche in cui essa viene applicata. Le indicazioni agronomiche risultate più rilevanti sono le seguenti: 1) è preferibile in genere effettuare l'aratura in autunno e la semina della cover crop entro la metà di ottobre, anche se in alcuni ambienti risicoli come quelli della Baraggia Vercellese le semine devono essere ulteriormente anticipate a causa delle limitazioni pedoclimatiche; 2) la scelta delle specie da erbaio intercalare risulta un fattore molto importante per la buona riuscita della tecnica. È fondamentale la presenza delle graminacee, che presentano una durata della copertura pacciamante più lunga rispetto a specie di altre famiglie; tra queste, la specie che più si adatta ai diversi tipi di suolo presenti in risicoltura è *Lolium multiflorum* (loiessa), che permette una produzione di buone quantità biomassa. Nella fase di terminazione occorre aspettare che la loiessa raggiunga lo stadio di spigatura per poter eseguire la rullatura in modo da evitare il rischio di un rialzamento delle piante, senza tuttavia ritardare tale operazione per evitare la disseminazione di semi vitali e quindi infestazioni nelle colture successive. Tra i cereali, possono essere utilizzati inoltre *Avena sativa* (avena comune), l'ibrido *tritico-secale* sp. (triticale) e la segale. Le graminacee possono essere consociate con

una leguminosa, di cui la più adatta è senz'altro la *Vicia villosa* (veccia villosa). Verso metà maggio, quando la coltura intercalare ha raggiunto un adeguato sviluppo, si esegue la semina del riso sull'erbaio ancora in piedi. La semina avviene solitamente a spaglio, con l'utilizzo di un normale spandiconcime, anche se in alcune aziende monitorate nell'ambito del progetto viene effettuata la semina interrata su sodo, cioè con uno specifico macchinario che semina direttamente su suolo non lavorato. Per quanto riguarda la semina, si deve tenere conto dei problemi legati all'emergenza del riso a causa di effetti fitotossici della fermentazione della biomassa pacciamante sui germinelli (cfr vedi allegato 11). Pertanto, è importante considerare di aumentare la dose di semina, prestando particolare attenzione alla scelta di partite di seme ad elevata energia germinativa. Finite le operazioni di semina, si esegue nel più breve intervallo possibile la terminazione dell'erbaio. Le principali opzioni disponibili per tale operazione sono la rullatura e la trinciatura. La prima, attuata per mezzo di rulli crimper o cambridge, è generalmente preferibile per i bassi costi e l'elevata operatività. La seconda è consigliabile in condizione di limitato sviluppo della cover crop, in quanto permette una distribuzione più omogenea su tutta la superficie, o nel caso di un eccessivo sviluppo dell'erbaio di loiessa, che ostacola la stesura da parte dei rulli. Infine, sempre nel più breve tempo possibile, la risaia viene sommersa per 5-6 giorni: in questo modo si permette al riso di germinare, mentre la coltura intercalare muore. Dopo circa 5 giorni si esegue un'asciutta prolungata fino all'emergenza del riso dallo strato pacciamante. Una volta raggiunto lo stadio di 2°-3° foglia del riso si procede con la sommersione definitiva. Le attività sperimentali relative alla valutazione della tecnica della “**pacciamatura verde**”, in termini di potenzialità produttive, controllo delle infestanti, valutazione delle colture intercalari e tecniche di terminazione, nonché dell'effetto fertilizzante delle cover crop e dell'effetto fitotossico della fermentazione della stessa, sono riportati nell'**allegato B1 (ENR)** e nell'**allegato B2 (UNITO)**. Nell'**allegato B3**, si illustra invece lo studio effettuato dal gruppo di ricerca **UNIMI** sull'effetto fitotossico della coltura intercalare *L. multiflorum* nei confronti sia del riso che di *E. oryzoides* mediante sperimentazioni in ambiente controllato (fitotrone), al fine di meglio comprendere le dinamiche sottostanti l'efficacia della tecnica di coltivazione del riso biologico nota come pacciamatura verde.

Dalle attività del progetto risulta che la cosiddetta “pacciamatura verde”, applicata alla produzione di riso biologico, è efficace per garantire un buon controllo delle malerbe acquatiche e delle graminacee da seme. Inoltre, si adatta ad ogni tipo di suolo, richiede l'esecuzione di poche operazioni meccaniche e, grazie alla trasemina, consente di non dover ritardare troppo la semina del riso, avendo quindi a disposizione una più ampia scelta varietale.

## 2.2. La semina in acqua con controllo meccanico delle infestanti

La tecnica della falsa semina in acqua, anche nota come tecnica della “torbida”, è attuata con mezzi meccanici che effettuano lavorazioni superficiali e può essere efficace nel controllo di specie acquatiche da seme. La tecnica prevede, prima della semina del riso, due-tre passaggi con mezzi meccanici da lavorazione minima in condizioni di risaia

sommersa, per determinare l'interramento o lo sradicamento delle infestanti emergenti e limitarne la crescita. Le lavorazioni devono essere superficiali, interessando i primi 15 cm di suolo, e possono essere condotte con macchinari differenti: alcuni derivano da modifiche attuate dagli agricoltori stessi ad attrezzature esistenti, come ad esempio lo spianone modificato, altri dal recupero di antiche macchine, come l'erpice "vasino", altri ancora sono di nuova progettazione, come ad esempio il rotolama. Per consentire l'eliminazione della maggior parte delle malerbe, l'epoca di semina va posticipata verso fine maggio, in modo da far emergere il maggior numero di infestanti. Per ottenere un adeguato investimento iniziale occorre aumentare le dosi di semina e possono risultare necessari aumenti anche del 50% rispetto alle dosi impiegate nella semina convenzionale.

Inoltre, per evitare l'emergenza di infestanti graminacee, l'asciutta di radicazione deve essere il più breve possibile. Tale tecnica si adatta in modo particolare alle condizioni pedoculturali della Baraggia Vercellese e Biellese, in cui la presenza di malerbe acquatiche è spesso predominante rispetto alle graminacee e le condizioni del suolo sono spesso limitanti l'esecuzione di lavorazioni in asciutta. Inoltre, la tecnica rappresenta una valida alternativa alla "pacciamatura verde" negli anni in cui non si effettua questa tecnica. I risultati sperimentali relativi a questa tecnica colturale sono riportati nell'**Allegato B4** a cura di ENR.

### 2.3. La semina interrata a file con controllo meccanico delle infestanti

La coltivazione del riso con la tecnica della semina interrata prevede l'esecuzione di diverse operazioni meccaniche, prettamente rivolte al controllo delle infestanti. Prima della semina, risulta determinante la corretta applicazione della falsa semina. Successivamente, oltre alle operazioni effettuate per la preparazione del letto di semina, sono previsti diversi passaggi con l'erpice strigliatore. Questa tecnica risulta più efficace su suoli leggeri piuttosto che su quelli pesanti. Rispetto alla semina in acqua con pacciamatura verde, per questo metodo di coltivazione i vantaggi si identificano in un potenziale produttivo più elevato, dovuto ad un maggiore investimento iniziale e alla possibilità di effettuare la pratica del sovescio, importante nei sistemi colturali biologici per aumentare la fertilità del terreno.

L'aratura, che rappresenta uno dei mezzi più efficaci per il controllo meccanico della flora infestante, viene solitamente eseguita a profondità di 25-30 cm e consente di ridurre la presenza di infestanti perenni e di limitare l'emergenza di infestanti annuali. È consigliabile preferire l'aratura primaverile perché, attraverso un accurato interrimento della coltura intercalare, permette la totale assenza di residui colturali in superficie, che potrebbero interferire successivamente con l'azione dell'erpice strigliatore. La falsa semina viene realizzata nelle prime due decadi di maggio con l'ausilio di erpici strigliatori dotati di denti robusti, operando un doppio passaggio leggermente incrociato. Oltre alla rottura della crosta superficiale e all'eliminazione delle piante emerse per interrimento o disseccamento in seguito ai danni meccanici, l'erpice strigliatore consente d'intervenire sullo stock di semi contenuti nel terreno durante la falsa semina, riducendone la quantità. L'epoca di semina ottimale è compresa tra il 25 di maggio e la prima settimana di giugno. Le modalità di semina in asciutta si discostano dalla tecnica convenzionale esclusivamente per la profondità di

semina. Infatti, allo scopo di ottenere una buona resistenza delle piante di riso all'estirpazione durante i passaggi con l'erpice strigliatore in post-emergenza, il seme deve essere posto ad una profondità intorno ai 4-5 cm. Per quanto riguarda il controllo delle infestanti dopo la semina, i primi due passaggi con l'erpice strigliatore devono essere effettuati in pre-emergenza, mentre gli interventi successivi all'emergenza, generalmente dai 3 ai 6, sono da effettuare quando la coltura ha raggiunto lo stadio di 2-3 foglie. Questa tecnica è illustrata nel dettaglio nell'**Allegato B5**, a cura di ENR, nel quale si riportano i risultati dell'attività sperimentale svolta in un dispositivo allestito nell'ambito del progetto presso il Centro Ricerche Riso.

#### 2.4. La pacciamatura con film bioplastici

L'agrotecnica che prevede l'uso di materiali biodegradabili per la pacciamatura è stata valutata da **UNITO (Allegato B6)** e da **ENR (Allegato B7)**, utilizzando film bioplastico biodegradabile anche in associazione alla tecnica della subirrigazione. Il miglioramento dell'efficienza d'uso della risorsa idrica e l'inibizione della crescita delle infestanti sono considerati tra gli effetti positivi di maggior interesse di questa tecnica. La semina in questo caso è effettuata da macchine in grado di accoppiare la stesura del telo alla semina, attraverso la foratura del telo e il rilascio della semente. I teli hanno una larghezza che varia dai 120 ai 210 cm, mentre il numero di file seminabili per ogni telo varia dalle 5 alle 8 file. Nella coltivazione di riso biologico, la pratica prevede l'attuazione della falsa semina per il controllo delle malerbe in presemina. La posa di due teli adiacenti lascia una superficie non coperta dal telo, per cui durante la stagione colturale è spesso necessario intervenire con lavorazioni meccaniche o con la monda manuale negli spazi inter-telo. La gestione dell'acqua segue poi la tecnica adottata nelle semine interrate tradizionali, ovvero il campo viene sommerso nella fase di 3-4 foglie/inizio accostamento, a meno che la tecnica non sia abbinata alla subirrigazione. I materiali "compostabili" sono costituiti da polimeri biodegradabili sia per azione fisica (es. i raggi solari UV e l'acqua) sia per l'azione microbiologica del suolo. In commercio si possono trovare film a base di amido di mais (Mater bi e PLA ovvero acido polilattico) e di altri polimeri. Il Mater-bi, ad esempio, ha un grado di degradazione simile a quello della cellulosa (Bastioli, 1998). Lo spessore dei teli disponibili in commercio varia da 10 µm (ECOVIO® Basf) a 15-20 µm (MATER BI® Novamont).

#### 2.5. Il trapianto meccanico

L'attività svolta da **UNITO** e presentata nell'**Allegato B8**, ha avuto come obiettivo quello di valutare l'applicabilità della tecnica del trapianto meccanico su terreno saturo, già in uso in altri paesi come India, Cina e Giappone, adattandola alla specifica realtà della risicoltura italiana. La tecnica di coltivazione del riso con trapianto meccanico si basa sulla maggior rapidità di sviluppo delle piantine trapiantate rispetto alle infestanti e, con una larghezza



interfila di 30 cm, sull'utilizzo di una sarchiatrice meccanica in copertura. In questo modo, tale tecnica può rappresentare una valida alternativa per il controllo delle infestanti nelle aziende agricole biologiche.

Tabella 1. Schema e sintesi delle attività e dei risultati delle azioni relative alla valutazione delle agrotecniche.

Allegato	Tema affrontato	Descrizione delle attività	Risultati e conclusioni
Allegato B1	Tecnica della cosiddetta "pacciamatura verde"	Le attività di valutazione della tecnica si sono svolte in un <u>dispositivo sperimentale presso il Centro Ricerche Riso di ENR</u> , su appezzamenti predisposti per le prove e presso un'azienda biologica della Baraggia Vercellese.	Valutati diversi miscugli di covercrop composti da una graminacea, loiessa, segale o avena e da una leguminosa, la veccia. La loiessa è la più produttiva tra le graminacee. Grazie ad una produzione maggiore di biomassa si ottiene un miglior effetto pacciamante e quindi un maggior controllo delle infestanti. Questo è stato registrato in tutte le tesi, anche se con risultati di efficacia variabili a seconda del miscuglio utilizzato.
Allegato B2	Tecnica della cosiddetta "Pacciamatura verde" e fertilizzazione organica	<u>Prove aziendali</u> Le attività sperimentali sono state svolte in 3 aziende risicole situate in areali distinti della pianura piemontese. Le cover crop confrontate sono state: veccia villosa, loiessa e un miscuglio con diverse tecniche di terminazione (es. trinciatura, impiego di rulli roller-crimper, discatura)	Cover crop: le graminacee confermano il loro potenziale produttivo producendo in media più del doppio rispetto alla leguminosa in purezza. La presenza della pacciamatura verde ha consentito di limitare significativamente la densità delle infestanti rispetto alla camera non trattata. In una delle 2 aziende, i migliori risultati sono stati ottenuti con la loiessa associata alla rullatura. Con differenze tra le aziende, è stata osservata una riduzione produttiva del riso nel trattamento trinciato rispetto al rullato.
		<u>Prove in mesocosmi</u> : vasi riempiti con suolo proveniente da due aree risicole diverse, seminati con 2 cover crop, veccia e loiessa, trinciate e lasciate in superficie simulando un green mulching.	Non si sono riscontrate differenze in termini di produzione tra le specie ma tra le tecniche di terminazione e tra pacciamatura e interrimento. Il controllo delle infestanti, ben gestito nella tecnica di pacciamatura verde, è risultato correlato con i maggiori livelli di produzione. La pacciamatura verde della loiessa ha dato buoni risultati, tuttavia il sistema veccia trinciata senza paglia presenta produzioni simili, ma con una migliore efficienza azotata e un basso GHG.
Allegato B3	Effetto allelopatico	<u>Prova in laboratorio su piastra</u> : Verifica della relazione allelopatica tra <i>Lolium multiflorum</i> ed <i>Echinochloa crus galli</i> .	I risultati mostrano l'esistenza di un'azione inibitoria fitotossica di <i>L. multiflorum</i> nei confronti dell'infestante che potrebbe essere tra gli elementi chiave delle buone performance ottenute con l'impiego di loiessa nella pacciamatura verde.
Allegato B4	Falsa semina in acqua	<u>Prova di 2 anni in azienda risicola biologica della Baraggia vercellese.</u>	Le lavorazioni con erpice a vasino hanno conseguito un sufficiente controllo iniziale delle infestanti acquatiche. La tecnica ha dimostrato nel complesso delle discrete potenzialità produttive.

Allegato B5	Semina a file interrate e controllo meccanico delle infestanti	<u>Dispositivo sperimentale presso il Centro Ricerche sul Riso-Ente Nazionale Risi</u> per la valutazione della tecnica e confronto tra due erbai da sovescio: veccia e trifoglio incarnato.	Confermata la validità della tecnica anche su terreno più limoso, poiché in precedenti prove in campo, era stata valutata su suolo sciolto. Risultati produttivi elevati e costanti. Il successo della tecnica è legato in particolar modo alla corretta gestione della falsa semina e delle operazioni di semina.
Allegato B6	Pacciamatura con film bioplastici associata a subirrigazione	Studio condotto nel biennio presso <u>3 campi sperimentali</u> ; a confronto la gestione aziendale con tesi pacciamate e subirrigate; in 2 aziende, un unico telo pacciamante in MaterBi, mentre in 1 azienda confronto tra 3 teli diversi, la cui stesura lascia un'area non pacciamata sottoposta a interventi di sfalcio e/o di sarchiatura; nel corso delle stagioni colturali sono stati effettuati una serie di rilievi floristici.	L'applicazione delle tecniche di subirrigazione, in associazione con la pacciamatura, per la coltivazione del riso, ha mostrato alcuni interessanti risultati nel controllo delle infestanti. L'area compresa tra due strisce pacciamate adiacenti, necessaria per il passaggio della macchina posateli, costituisce una superficie di sviluppo incontrollato delle infestanti. L'impiego della sub-irrigazione determina elevati costi di gestione, derivanti dall'installazione dell'impianto stesso, dalla periodica manutenzione del sistema di filtrazione dell'acqua e dall'elevato consumo di carburante utilizzato per il pompaggio dell'acqua.
Allegato B7	Pacciamatura con film bioplastici	<u>Sperimentazione on-farm</u> su suolo franco-sabbioso: confronto tra due tecniche di semina realizzate con due differenti macchine operatrici combinate, in grado di effettuare le operazioni di pacciamatura e semina del riso nel medesimo passaggio e che differivano per la modalità di inserzione del telo, la larghezza di lavoro, e la velocità di avanzamento della macchina.	Il problema delle infestanti negli spazi tra i teli è stato parzialmente risolto con un totale di quattro interventi di fresa nello spazio intertelo e da operazioni di monda manuale. L'infestazione nei fori di semina rappresenta la criticità più importante che si può tentare di risolvere effettuando una falsa semina per ridurre l'infestazione di partenza o a posteriori con un'onerosa monda manuale. Nel 2017, in cui si è effettuato il confronto tra due seminatrici, i risultati produttivi non hanno evidenziato differenze significative (1,5 vs 2 t/ha). Nel 2018, in cui si è utilizzata una sola macchina, la produzione è stata più elevata e a pari 4,2 t/ha.
Allegato B8	Trapianto meccanico	<u>Sperimentazione on-farm</u> , condotta negli anni 2017 e 2018, che ha coinvolto 6 aziende in provincia di Pavia; confronto della tecnica di trapianto con quella convenzionale; confronto varietale e tra diverse distanze di trapianto sulla fila.	I risultati dimostrano che la tecnica è potenzialmente promettente in quanto consente il controllo delle infestanti senza l'impiego di prodotti fitosanitari e si adatta quindi bene a sistemi di agricoltura biologica. Da evidenziare la spiccata variabilità sia nel controllo delle infestanti sia nei dati produttivi, in funzione di numerosi fattori che influiscono nell'ottenimento di un buon risultato finale.

### 3. Valutazione dei principali aspetti agronomici

Come descritto nel capitolo precedente, le agrotecniche messe a punto per la coltivazione del riso con metodo biologico sono volte soprattutto alla gestione delle infestanti, che risulta

la problematica principale in questo sistema. L'altro aspetto fondamentale è l'adozione di una corretta rotazione colturale, che è tra i principi fondanti del metodo biologico poiché è finalizzata a mantenere la fertilità del suolo, aumentare la biodiversità dei sistemi agricoli e a limitare la manifestazione di alcune problematiche legate alla monosuccessione, quali il diffondersi di infestanti e fitopatologie specializzate. Per quanto riguarda i risultati del progetto relativi all'individuazione dell'avvicendamento, si rimanda anche all'analisi riportata nel **Report WP2A**. Gli altri aspetti agronomici importanti per la risicoltura biologica, ai quali il progetto ha voluto rispondere mediante lo svolgimento di attività sperimentale, riguardano: 1) la gestione della fertilità e della fertilizzazione, 2) la valutazione di varietà adatte ai sistemi biologici e 3) l'uso di prodotti specifici per il controllo delle patologie più comuni nel riso. I risultati di progetto relativi a questi aspetti sono descritti nei paragrafi seguenti e negli allegati B2, e dal B9 al B16, che riportano in modo completo le attività sperimentali svolte dal partenariato scientifico. Uno schema di sintesi delle attività e dei risultati è riportato in **Tabella 2**.

### 3.1. Rotazione

L'adozione di una corretta e ampia rotazione è tra i principi fondamentali del metodo biologico, per consentire il mantenimento della fertilità del suolo e contrastare la diffusione di problemi fitopatologici e di infestanti specializzate. Tuttavia, questo aspetto rappresenta, nella risicoltura biologica nazionale, una forte criticità sia per la specializzazione delle aziende negli areali risicoli, sia per l'elevata remunerazione del riso rispetto a qualunque altra coltura da reddito e l'insufficienza di filiere per la valorizzazione commerciale di colture alternative, sia per le forti limitazioni pedo-climatiche specialmente in alcuni ambienti (es. Baraggia).

Per quanto riguarda la sperimentazione agronomica effettuata nell'ambito del progetto Risobiosystems, la valutazione della rotazione in risicoltura biologica è stata effettuata presso i dispositivi sperimentali del Centro Ricerche Risi di **ENR (Allegato B9)**. La durata del progetto triennale ha consentito di effettuare le valutazioni su un solo ciclo di rotazione, e quindi non è stato possibile effettuare una valutazione di medio-lungo periodo. Infine, il ritardo nell'adozione di una corretta rotazione agronomica in molte aziende biologiche (cfr **report WP2A**) non ha permesso di progettare sperimentazioni on-farm specifiche sull'effetto della rotazione. I risultati dell'attività sperimentale hanno evidenziato un aumento della produttività del riso coltivato in successione alla soia, per effetto di una migliore fertilità residua. La soia ha contribuito a determinare una minor pressione delle infestanti, tuttavia tale effetto non è stato osservato in areali in cui siano prevalenti le infestanti di tipo acquatico. La soia si è quindi confermata la specie più adatta a succedere al riso, soprattutto negli areali più estremi come quelli della Baraggia. Tra le altre scelte colturali attuabili in un programma di rotazione dedicato al riso biologico, il cereale autunno vernino offre il vantaggio di presentare una stagionalità differente, che permette l'allestimento estivo della falsa semina o la coltivazione di una specie da secondo raccolto, pur presentando difficoltà di insediamento in terreni limosi e in autunni piovosi.

### 3.2. Gestione della fertilità e fertilizzazione organica

Il sistema di coltivazione del riso biologico, inserito in un appropriato ciclo di rotazione ed intervallato da colture di copertura con funzione di apporto di sostanza organica e nutrienti attraverso il sovescio, presenta complessivamente minori carenze di elementi nutritivi se confrontato con il sistema tradizionale di riso in monosuccessione. Tuttavia, l'area risicola del Nord-Ovest è caratterizzata in generale da bassa fertilità dei suoli e scarsa presenza di allevamento e quindi di disponibilità di reflui zootecnici, per cui risulta necessario utilizzare concimi organici in commercio. Alcune attività sperimentali del progetto hanno approfondito questo aspetto, ponendo a confronto diversi concimi organici in diversi sistemi a risicoltura biologica. I risultati di tali attività sono riportati nell'**Allegato B2** a cura di **UNITO**, e nell'**Allegato B10** a cura di **ENR**.

### 3.3. Scelta e valutazione delle varietà

La scelta della varietà è un fattore di primaria importanza in risicoltura. Per quanto riguarda il metodo di coltivazione in biologico, nel quale non è consentito fare ricorso ad agrofarmaci e concimi di sintesi, le varietà devono essere scelte in base a diverse caratteristiche, come ad esempio la resistenza alle malattie, l'efficienza nell'uso dei nutrienti, la capacità competitiva nei confronti delle infestanti e il vigore vegetativo, in particolare nel caso di ricorso al controllo meccanico delle infestanti che può causare danni alla coltura. La scelta varietale è tuttavia condizionata dalla mancanza di programmi di sviluppo varietale specifici per l'agricoltura biologica. Questa situazione è dovuta a diverse cause: 1) al mancato interesse delle aziende sementiere a causa della normativa europea sull'agricoltura biologica che consente il ricorso all'utilizzo, "in deroga", di semente convenzionale non trattata con fitofarmaci, 2) alla preferenza da parte delle aziende agricole per la coltivazione di varietà conosciute e richieste dal mercato e al largo ricorso al "reimpiego", cioè il riutilizzo come semente di parte del risone prodotto, in modo da risparmiare sui costi di produzione e poter coltivare varietà non reperibili sul mercato sementiero, 3) alla mancanza di programmi di ricerca specifici poiché la superficie a riso in Europa, e quindi anche quella destinata alla risicoltura biologica, è attualmente ancora molto limitata. In questo contesto, le caratteristiche richieste devono essere quindi individuate in varietà che sono state sviluppate e selezionate per i sistemi convenzionali.

Per quanto riguarda la scelta della varietà, l'individuazione e la valutazione in campo di diverse varietà sono descritte nell'**Allegato B11** a cura del **CREA**, i cui risultati e le principali conclusioni sono riportate in Tabella 2. L'**Allegato B12 (UNITO)**, riporta invece i risultati relativi alla valutazione sperimentale degli effetti fitotossici su diverse varietà di riso dei composti derivanti dalla fermentazione quando si adotta la tecnica della "pacciamatura verde".

### 3.4. Sviluppo e valutazione di prodotti specifici per l'Agricoltura biologica

In risicoltura biologica non è molto diffuso il ricorso a prodotti specifici, come risulta dal **Report 2A**, soprattutto perché i prodotti ammessi disponibili sul mercato per questo cereale

sono pochi e la loro efficacia è incerta a causa della scarsità di sperimentazione a livello nazionale. Per quanto riguarda le possibili finalità dei prodotti, la lotta al *Brusone* rappresenta uno degli aspetti più rilevanti, essendo questa patologia in grado di causare forti perdite di produzione soprattutto per alcune varietà suscettibili ma interessanti per il mercato biologico (es. Carnaroli classico). Un altro aspetto è quello relativo alla sanità della semente, e quindi alla disponibilità di prodotti ammessi per la concia, tanto più importante nel sistema biologico nel quale gli interventi di soccorso sono da evitare. Infine, un altro aspetto importante è quello legato alla scarsa disponibilità di prodotti per il riso con funzione di promozione della crescita colturale, aumento del vigore vegetativo ed efficienza d'uso dei nutrienti, che sono funzioni molto importanti in agricoltura biologica, ad esempio, per la competizione con le infestanti e il ricorso ad interventi meccanici (es. strigliatura).

In questo contesto, il progetto ha previsto un'attività sperimentale volta all'individuazione e sviluppo di composti per la concia della semente. In particolare, è stato valutato l'uso di oli essenziali, caratterizzati da attività inibente nei confronti di *Fusarium fujykuroi*, agente del *Bakanae*, il quale si trasmette via seme e rappresenta una problematica fitopatologica diffusa. I risultati di tale attività sono riportati nell'**Allegato B13** a cura del **CREA**. Inoltre, il progetto ha previsto la valutazione dell'uso di inoculi batterici con effetto di promotori della crescita. Questa è una tecnologia in espansione, che può avere applicazioni importanti per i sistemi biologici, dove non si possono utilizzare mezzi tecnici convenzionali per migliorare lo stato della coltura. Con questa finalità, è stata impostata un'attività sperimentale specifica che, nel corso del progetto, anche sulla base dei risultati ottenuti, si è arricchita di nuovi esperimenti e collaborazioni ed è presentata nell'**Allegato B14** a cura del **CREA**. L'**ENR** ha invece effettuato una valutazione in campo di prodotti, già consentiti in Agricoltura Biologica, per il controllo del brusone, i cui risultati sono presenti nell'**Allegato B15**. Infine, nell'**Allegato B16**, **UNITO** presenta i risultati relativi all'uso di sostanze di origine naturale ad azione erbicida, per la gestione delle infestazioni lungo gli argini.

Tabella 2. Schema e sintesi delle attività e dei risultati delle azioni relative ai principali aspetti agronomici studiati nel progetto.

Allegato	Tema affrontato	Descrizione delle attività	Risultati e conclusioni
Allegato B9	Rotazione colturale in risicoltura biologica: primi risultati	Prove su <u>appezzamenti sperimentali presso il CRR-ENR</u> : risultati produttivi delle colture di copertura e della soia in 2 percorsi colturali ed effetto della precessione sulla presenza di infestanti e sul risultato produttivo del riso.	La rotazione che ha previsto il riso in successione alla soia ha determinato il miglior risultato produttivo in entrambi i percorsi colturali, grazie alla fertilità residua e alla minor pressione delle infestanti.
Allegato B2	Pacciamatura verde e fertilizzazione organica	<u>Prove on-farm</u> in 3 aziende risicole situate in areali distinti della pianura piemontese; miscuglio trinciato e con 3 fertilizzazioni diverse: 2 tesi con dosi diverse di cornungchia in pre-semina e	L'uso della cornungchia in pre-semina ha determinato in generale dei risultati positivi sulla produzione di riso sia nel sistema con

		una tesi con cornunghia in pre-semina e pollina in copertura.	pacciamatura verde sia nel sistema con semina interrata.
Allegato B10	Fertilizzazione organica	Prove su <u>appezzamenti sperimentali</u> presso CRR-ENR nel 2017 e 2018: 2 concimi (cornunghia e pollina) nelle 2 differenti tecniche. Pacciamatura verde: cornunghia in pre-semina alla dose di 0,4 t/ha e testimone non concimato; pollina applicata in copertura a 2 diverse dosi (0,5 e 1 t/ha) e testimone non concimato. Semina interrata: cornunghia in autunno o in primavera, pollina in primavera, testimone non concimato.	Nella pacciamatura, la concimazione con cornunghia ha portato ad un aumento della produzione ma senza differenze nella qualità del risone; differenze non significative invece nelle tesi con pollina in copertura. Nel caso della semina interrata, non è significativo l'aumento delle produzioni concimate rispetto al testimone e non ci sono differenze tra le diverse concimazioni.
Allegato B11	Scelta e valutazione delle varietà	<u>Analisi database</u> : identificazione di varietà adatte all'agricoltura biologica utilizzando dati di caratterizzazione del germoplasma di riso conservato presso il CREA-CI di Vercelli. <u>Allestimento di prove di campo on-farm</u> per il confronto di varietà di riso in 3 agro-ambienti: 1) area risicola della Lomellina (PV), associata alla tecnica della "semina interrata a file", 2) area risicola della Baraggia vercellese, associata alla tecnica della "semina in acqua con falsa semina", 3) maremma grossetana, associata alla tecnica dell'irrigazione a goccia.	L'applicazione di criteri di adattabilità all'agricoltura biologica ha portato a una selezione di varietà da inserire nel panel delle prove varietali di campo. Semina interrata: S. Andrea (Lungo A) e Selenio (Tondo) produzioni più stabili. Nei Lungo B, Giglio>Salvo. Buon adattamento di Carnise, Oceano, Gladio nel 2019. Semina in acqua: elevata competizione con le infestanti, ma altri fattori concorrono al risultato delle varietà. S. Andrea più stabile tra i Lungo A. Nei Tondo e nei Lungo B le differenze tra varietà non sono significative scelte.
Allegato B12	Fitotossicità e germinazione del riso	<u>Analisi delle acque</u> di sommersione derivate da fermentazione per il contenuto di composti fitotossici. Valutazione dell'effetto fitotossico di alcuni acidi <u>in vitro</u> : Valutazione della fitotossicità dell'acido acetico su germinazione di riso in vitro.	L'analisi del contenuto in acidi grassi delle acque evidenzia dinamiche diverse soprattutto in funzione della tipologia dell'acido, della terminazione della cover, del sito e del momento di campionamento. L'acido acetico, ad esempio, quando rilevato, è presente nella prima parte del ciclo a concentrazioni molto elevate. Tutte le varietà hanno mostrato un effetto negativo dell'acido sullo sviluppo e crescita delle parti germinative.
Allegato B13	Sviluppo e valutazione di oli essenziali per la concia della semente	<u>Prova in laboratorio</u> per individuare i composti (oli essenziali) con attività antifungina vs Fusarium fujikuroi. <u>Prova in campo</u> (2 siti, 2 anni, 2 composti puri, 1 miscela, 3-4 dosi, Testimone chimico e NT) per la valutazione di efficacia per la concia del seme (conta settimanale piante infette).	I composti (Eugenolo, Timolo e Teatree oil) e la miscela in prova hanno ridotto, ai dosaggi più elevati, l'incidenza della malattia rispetto al Testimone NT. Per alcuni prodotti/dosi a base di oli essenziali è stato raggiunto un livello di efficacia pari al prodotto chimico.

Allegato B14	Sviluppo e valutazione di inoculi batterici con effetto PGPR	2 <u>esperimenti in vaso</u> e 3 <u>prove di campo</u> con consorzi batterici individuati con analisi in vitro. Funzioni ricercate: tolleranza a stress nutritivi e vigore vegetativo.	In vaso, è stato possibile riscontrare degli effetti sulle piante dell'applicazione di alcuni consorzi batterici, mentre in campo i dati raccolti suggeriscono che l'inoculo applicato non abbia attecchito bene.
Allegato B15	Valutazione in campo di prodotti contro il brusone	Programma sperimentale svolto con Thiopron, a base di zolfo nel biennio 2017-2018, e con Serenade Max, a base di <i>Bacillus subtilis</i> nel 2017, in un <u>sito sperimentale del CRR-ENR</u> al fine di verificare l'efficacia contro il brusone del riso, in un contesto di risicoltura biologica, sia su semina interrata sia con pacciamatura verde.	Semina interrata: la pressione della malattia è stata molto bassa in entrambi gli anni, e non è quindi stato possibile valutare un effetto dei trattamenti. Pacciamatura verde: anche con una bassa incidenza della malattia è stato possibile verificare una buona efficacia del trattamento con Thiopron.
Allegato B16:	Sostanze ad azione erbicida	<u>Una prova in laboratorio</u> e <u>una in serra</u> nelle quali sono state poste a confronto acido aceto e acido pelargonico a diverse concentrazioni, con una serie di prove di germinazione condotte all'interno di piastre Petri, per valutare gli effetti sulla germinazione delle principali infestanti del riso. La sperimentazione in serra ha invece previsto prove di efficacia dei due prodotti applicati in diverse epoche di distribuzione. L'effetto è stato valutato su riso crudo e giavone ( <i>Echinochloa crus-galli</i> ), e sul riso al fine di valutare i potenziali effetti fitotossici su di esso.	Acido acetico: in capsule Petri inibisce germinazione del riso crudo e del giavone a concentrazioni di 0.2-0.4 mg/l e determina una fitotossicità su riso a 0.3 mg/l. Acido pelargonico: riduzione significativa della biomassa delle infestanti alle dosi di 100 e 200 l/ha su riso crudo e da 20 a 200 l/ha su giavone già emersi.

## Conclusioni

Le attività di sperimentazione svolte dai partner nell'ambito del progetto hanno consentito di chiarire e approfondire moltissimi aspetti legati ai sistemi di produzione del riso in agricoltura biologica. È stato possibile verificare come la pacciamatura verde e il controllo meccanico applicato alla semina interrata risultano attualmente le tecniche più adatte alla risicoltura biologica, nella quale il controllo delle infestanti rappresenta la criticità maggiore. La semina in acqua con utilizzo della falsa semina e controllo meccanico delle infestanti (ad esempio con l'uso dell'erpice vasino) è da considerarsi una buona alternativa alla pacciamatura verde. Le tecniche del trapianto meccanico e della pacciamatura con film bioplastico presentano diverse problematiche, in particolare per la gestione delle infestanti in copertura. Per quanto riguarda la rotazione, la durata del progetto non ha consentito di valutare l'evoluzione sul medio periodo dell'adozione di diversi avvicendamenti colturali, ma è stato possibile verificare l'effetto positivo della coltivazione della soia in precessione al riso, sia per il controllo delle infestanti sia per il livello produttivo. Le prove varietali hanno permesso di verificare che in generale le varietà utilizzate in risicoltura biologica hanno buone capacità

di adattamento. È auspicabile tuttavia potenziare la ricerca, in particolare per sviluppare programmi di miglioramento genetico di riso per il biologico. È stata infine valutata l'efficacia di alcuni prodotti già disponibili sul mercato per il controllo del brusone e sono state svolte diverse attività sperimentali su composti per la concia della semente con prodotti di origine naturale, in particolare con oli essenziali e consorzi batterici. Queste ultime attività hanno portato a risultati molto buoni che necessitano di ulteriori approfondimenti sperimentali o del passaggio ad una fase di trasferimento tecnologico.