

Quali soluzioni per una gestione integrata delle infestanti

Le tecniche colturali sperimentate in Italia nell'ambito del progetto IWMPRAISE (diversificazione dei sistemi colturali attraverso bulatura, pacciamatura viva e permanente e controllo mirato delle infestanti su mais e frumento) hanno evidenziato la possibilità di realizzare sistemi colturali più sostenibili e resilienti senza mettere a rischio la redditività delle colture.

L'applicazione dei principi della difesa integrata secondo la normativa vigente è ormai obbligatoria da anni per tutte le colture e tutti i terreni coltivati dell'Europa. Tra le avversità da controllare seguendo questi principi, particolare rilievo hanno le infestanti che presentano un forte potenziale di riduzione delle produzioni e richiedono un utilizzo elevato di diserbanti. Per questi ultimi è contemplata una drastica riduzione dell'uso entro il 2030 secondo gli obiettivi del Green Deal europeo e le relative strategie di settore (Farm to Fork e sulla biodiversità). Sono quindi necessarie efficaci tecniche-strategie per l'applicazione della gestione integrata delle infestanti.

IWMPRAISE (Gestione integrata delle malerbe: implementazione pratica e soluzioni per l'Europa) è un progetto Horizon 2020 dell'Unione Europea appositamente ideato per individuare tali strategie. Il progetto, iniziato nel giugno del 2017, è di durata quinquennale e si concluderà nel 2022, sotto il coordinamento del professore Per Kudsk del Dipartimento di agroecologia dell'Università di Aarhus (Danimarca). Il budget a disposizione è di circa 6,6 milioni di euro.

Il progetto IWMPRAISE mira a dimostrare che la gestione integrata delle infestanti consente di realizzare dei sistemi colturali più sostenibili e più resilienti agli impatti esterni, senza mettere a rischio la redditività delle colture.

I partner del progetto sono 38, provenienti da 8 Paesi europei (Italia, Spagna, Slovenia, Svizzera, Francia, Regno Unito, Olanda e Danimarca) e comprendono 11 Università e Istituti di ricerca, 14 industrie e piccole o medie imprese e 12 tra centri di assistenza agricola e associazioni di settore. Le informazioni sul Progetto IWMPRAISE sono disponibili oltre che nel sito principale (<https://iwmpraise.eu/>), anche in versione italiana sul sito di Veneto Agricoltura (www.venetoagricoltura.org/progetti/iwmpraise/).

Colture e scenari allo studio

Il progetto riguarda sistemi colturali riconducibili a quattro diversi scenari che rappresentano altrettante realtà tipiche dell'agricoltura europea: **colture annuali seminate a file strette** (frumento, altri cereali a paglia e colza) – WP3; **colture annuali seminate a file larghe** (mais, soia, girasole e ortaggi in pieno campo) – WP4; **colture erbacee perenni** (prati, erba medica e trifoglio) – WP5; **colture arboree** (olivo e vite) – WP6.

Nell'ambito dei suddetti scenari, si analizzano le attuali barriere agronomiche e socio-economiche che si frappongono alla diffusione della gestione integrata delle infestanti in Europa e allo sviluppo e ottimizzazione dei metodi di controllo delle infestanti. Partendo da questa base, l'obiettivo è quello di creare un set di strumenti per la gestione integrata delle infestanti, oltre a progettare, dimostrare e valutare, attraverso una estesa serie di prove sperimentali disseminate per l'Europa, i risultati tecnici e la sostenibilità economica e ambientale delle strategie specifiche per le diverse aree di coltivazione e per i diversi scenari. Il progetto parte dallo sviluppo di tecniche di gestione conosciute, ma che fino a oggi non hanno un livello di applicazione tale da contribuire alla riduzione significativa della dipendenza da erbicidi dei sistemi colturali europei.

Per facilitare lo sviluppo di strategie avanzate di controllo integrato che garantiscano rese e/o redditi invariati senza aumentare il carico delle infestanti nel sistema, i partecipanti del progetto hanno creato un quadro teorico basato su 5 pilastri, proponendo che ogni strategia debba consistere in almeno un componente di ciascun pilastro.

I cinque pilastri sono:

- 1 - diversificazione dei sistemi colturali;
- 2 - scelta della varietà e messa a dimora;
- 3 - gestione del suolo/campo;
- 4 - controllo mirato;
- 5 - monitoraggio e valutazione.

I risultati sono messi a disposizione degli utilizzatori finali attraverso le pagine web del progetto (vd. sopra), le giornate dimostrative, i corsi di formazione, la pubblicazione di video, rapporti, articoli e schede tecniche.

Sperimentazione italiana e primi risultati

Il gruppo italiano si è focalizzato sulle colture seminate a file strette come il frumento duro, le colture a file larghe, come il mais e le orticole a pieno campo nonché, e la gestione della vegetazione nei vigneti. Le prove sono state realizzate:

- in **Veneto**, presso l'azienda Vallevicchia (Caorle, Venezia) di Veneto Agricoltura e l'azienda L. Toniolo dell'Università di Padova (Legnaro, Padova);
- in **Emilia-Romagna** a Ravenna presso Horta srl (spin off dell'Università di Piacenza) nell'Azienda agricola Ca' Bosco;
- in **Toscana** presso il Centro di ricerche agro-ambientali E. Avanzi (CiRAA) dell'Università di Pisa, che cura, in collaborazione con la Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa, anche la realizzazione di alcune prove presso Aziende agricole private.

Le prove si sono focalizzate sui pilastri 1 e 4, mentre aspetti degli altri pilastri sono stati presi in considerazione nella gestione delle prove specifiche, attraverso la scelta di specie e varietà adatte di ortive, mais e frumento (con la partecipazione della ditta sementiera Isea) e la gestione ottimale dei campi selezionati per le prove.

▪ Diversificazione dei sistemi colturali

I partner italiani del progetto hanno dato grande importanza a questo primo pilastro della gestione integrata. Hanno eseguito numerose prove di diversificazione mirate a migliorare la gestione delle malerbe in tipici agro-ecosistemi italiani: la bulatura nel frumento duro; la pacciamatura viva e permanente per i sistemi ortivi in agricoltura conservativa o biologica; la tecnica della devitalizzazione delle colture di copertura; la gestione della vegetazione nei vigneti.

Prove di bulatura

La Scuola superiore Sant'Anna presso il Centro di ricerche agro-ambientali E. Avanzi (CiRAA) dell'Università di Pisa e Horta srl hanno ospitato due prove gemelle di selezione delle leguminose per determinare quali sono le più adatte a essere utilizzate in bulatura con il frumento duro. L'obiettivo è quello di migliorare il controllo della flora infestante e al tempo stesso di ridurre al minimo il rischio di competizione delle leguminose nei confronti della coltura principale.

Sono state valutate 12 diverse cultivar commerciali di leguminose in bulatura con frumento, confrontandole con il frumento coltivato da solo. Il campo catalogo dell'azienda Ca' Bosco era a gestione integrata mentre il campo al CiRAA era a basso input, cioè in assenza di fertilizzanti e senza l'applicazione di prodotti fitosanitari ed erbicidi.

I risultati di questa prova mostrano che la trasemina delle leguminose nel grano in fase di accestimento permette di ridurre al minimo il rischio di competizione delle leguminose. La produzione del frumento in bulatura, infatti, rimane invariata rispetto a quella del frumento coltivato da solo. Questo risultato è stato confermato nei due anni in entrambe le aziende. A Ca' Bosco, durante il periodo di consociazione, le leguminose non hanno contribuito in modo significativo al controllo delle infestanti, complice il livello di infestazione molto basso. Nel periodo successivo alla raccolta del frumento le leguminose sono rimaste in campo e, a seconda della specie utilizzata, è stato possibile ottenere un ottimo controllo delle infestanti (riduzione fino all'85%) senza l'utilizzo di lavorazioni ed erbicidi. In particolare le leguminose più adatte per il contesto produttivo di Ravenna sono risultate l'erba medica sativa, il trifoglio bianco e l'erba medica lupulina.

Al CiRAA, alcune leguminose, tra cui erba medica sativa, sulla, erba medica lupulina, erba medica polimorfa, trifoglio sotterraneo, trifoglio incarnato e trifoglio persiano hanno significativamente ridotto la biomassa delle infestanti rispetto al frumento coltivato da solo. Il trifoglio bianco, invece, non ha contribuito in modo significativo al controllo delle infestanti a causa della sua crescita molto lenta. **La capacità di controllare le infestanti dopo la trebbiatura del frumento e fino alla semina della coltura primaverile-estiva in rotazione varia molto a seconda della specie di leguminosa utilizzata in bulatura.** Erba medica sativa, sulla e trifoglio sotterraneo sono risultate le migliori (riduzione delle infestanti fino al 90% rispetto al controllo) mentre l'utilizzo del trifoglio incarnato e trifoglio persiano in bulatura è da sconsigliare in questo contesto. Nella gestione a basso input al CiRAA, nella primavera successiva alla raccolta del frumento, le leguminose sono state sovesciate per valutare il loro effetto residuo sul sorgo in successione (*foto 1 e 2*). Il sovescio con la sulla ha garantito livelli produttivi del sorgo assolutamente interessanti e paragonabili a quelli ottenibili con il sorgo coltivato in modo convenzionale, ovvero con l'utilizzo di erbicidi e fertilizzanti (www.youtube.com/watch?v=OoiSwaHMmrU). È stato osservato anche un effetto residuo

delle diverse leguminose nei confronti delle infestanti nel sorgo. Ulteriori analisi sono tuttavia necessarie per chiarire il contributo di eventuali sostanze allelopatiche rilasciate dalle leguminose nel controllo delle infestanti.

Devitalizzazione della coltura di copertura

Per gestire in modo corretto una bulatura o una coltura di copertura, serve un piano specifico per la sua devitalizzazione, prima della semina della coltura successiva. I ricercatori del CiRAA, insieme all'azienda Dondi, hanno fatto una prova mirata a determinare il miglior modo per impiegare il cut-roller Dondi RT300 come roller crimper per la devitalizzazione meccanica (senza glifosate) di alcune colture di copertura in precessione a sorgo da granella. La prova, di durata triennale, ha messo a confronto la segale, la veccia vellutata e il loro miscuglio, impiegate come *dead mulch* (pacciamatura morta) per la semina su sodo del sorgo, gestito senza fertilizzazione né diserbo chimico o sarchiatura. In termini di produzione di biomassa, il miscuglio e la segale in purezza si sono rivelati i trattamenti stabilmente più produttivi, con circa 6 t/ha di sostanza secca come media dei tre anni. Il contenimento delle infestanti da parte delle cover crop è stato ottimo in tutti e tre i trattamenti. Il sorgo seminato direttamente sulle parcelle con veccia e miscuglio ha però beneficiato in maniera evidente dell'azoto reso disponibile per fissazione simbiotica, evidenziando rese più elevate (7,2 t/ha di sostanza secca) rispetto alla parcella con segale (appena 1,8 t/ha).

Il controllo delle infestanti nel sorgo si è rivelato molto buono in tutti i trattamenti a base di *dead mulch*, ma con valori significativamente migliori nel caso del miscuglio, dove si è osservata una biomassa delle infestanti dimezzata rispetto agli altri trattamenti. Questo risultato evidenzia quanto sia fondamentale la scelta della tipologia di cover crop in relazione al metodo di devitalizzazione.

▪ Selezione e gestione della pacciamatura viva per sistemi ortivi

La prima prova è gestita dalla Scuola Superiore Sant'Anna presso il CiRAA e riguarda la selezione di varietà e/o specie di leguminose come pacciamatura permanente per il controllo delle malerbe in sistemi ortivi di gestione biologica e conservativa.

Nella prova sono state valutate 11 cultivar commerciali di leguminose a ciclo annuale auto-riseminante e poliennali tra cui ginestrino, trifoglio bianco, erba medica polimorfa e trifoglio sotterraneo e 7 ecotipi di erba medica polimorfa raccolti in diverse regioni dell'Italia Centrale.

I risultati di questa prova evidenziano che l'efficacia di una pacciamatura permanente di leguminose cambia a seconda della tipologia di infestanti presenti in campo. In generale, il controllo di infestanti a foglia larga risulta soddisfacente mentre il controllo di infestanti monocotiledoni risulta più difficile.

Sulla base delle caratteristiche morfologiche e fenologiche delle leguminose, **l'utilizzo di un miscuglio tra trifoglio sotterraneo (25 kg/ha) e trifoglio bianco (15 kg/ha) potrebbe essere una soluzione interessante per garantire un buon controllo delle infestanti e limitare il rischio di competizione con le colture orticole in consociazione.** Una nuova sperimentazione è in corso presso il CiRAA per valutare l'effetto di tale miscuglio. I risultati della valutazione del campo catalogo sono consultabili in lingua inglese (www.mdpi.com/2073-4395/10/11/1836).

La seconda prova gestita dai ricercatori del CiRAA, consiste in una gestione biologica e conservativa degli ortaggi in pieno campo (SMOCA LTE) e mette a confronto 3 sistemi colturali basati sulla stessa rotazione triennale (pomodoro da industria-radicchio-melone-fava-finocchio), ma con un diverso livello di disturbo del suolo: il **sistema ORG** è basato sulle pratiche standard dell'agricoltura biologica, con controllo meccanico e termico delle malerbe, in aggiunta all'impiego di sovesci intercalari e di concimi organici; il **sistema RED** prevede una cover crop permanente di trifoglio bianco nano (*Trifolium repens* L. var. Pipolina), lavorazione e concimazione organica eseguite in banda mediante strip-tillage; il **sistema PER** è gestito con la non lavorazione nei 3 anni precedenti e prevede la copertura permanente del suolo con *living mulch* (pacciamatura viva permanente) di trifoglio bianco (var. Pipolina), trapianto su sodo degli ortaggi e fertilizzazione ridotta (concime fosforico sostituito con formulati micorrizici).

I risultati finora ottenuti sono piuttosto variabili a seconda della coltura considerata. La sperimentazione su **melone** cv. Bacir ha fornito risultati deludenti sia in termini di controllo delle infestanti sia di resa a causa dell'aggressività delle infestanti graminacee estive, molto abbondanti e difficili da contenere anche sulle parcelle lavorate a causa della precoce chiusura delle file del melone, che ha impedito una sarchiatura medio-tardiva.

Risultati analoghi sono stati ottenuti nel 2018, per il **pomodoro** cv. Brixsol, mentre nel 2020 i sistemi innovativi PER e RED hanno conseguito risultati produttivi simili a quelli dello standard ORG.

Per il **radicchio pan di zucchero** cv. Uranus i due sistemi innovativi hanno mostrato invece buoni risultati di resa, in particolare nel primo dei 2 anni sperimentali, e livelli di biomassa delle infestanti mediamente molto bassi (0,11 t/ha di sostanza secca). Per la **fava** sono stati osservati i migliori risultati produttivi sempre per il sistema ORG e nettamente inferiori per RED e PER, probabilmente inficiati dall'epoca di semina mai ottimale a causa delle avverse condizioni meteo, che ha comportato una sensibile riduzione della lunghezza del ciclo della coltura, penalizzando maggiormente i sistemi a ridotta lavorazione.

Nel **finocchio** la biomassa delle infestanti è stata molto simile tra i tre sistemi e comunque accettabile (circa 1 t/ha di sostanza secca), mentre la resa della coltura è stata significativamente inferiore in PER rispetto a RED e ORG nel primo anno e statisticamente identica nei 3 trattamenti nel secondo anno, dove però si sono osservati valori assoluti nettamente maggiori in PER e RED rispetto a ORG, probabilmente grazie al minor calpestamento del suolo che ha consentito una miglior infiltrazione delle abbondanti piogge invernali.

Complessivamente, **la prova ha dimostrato le ottime potenzialità dei sistemi conservativi soprattutto per gli ortaggi autunno-vernini**, mentre si rende necessaria un'ulteriore sperimentazione sulle modalità di gestione del *living mulch* permanente, al fine di renderlo più competitivo verso le infestanti estive e maggiormente duraturo.

A questo scopo è in atto in parallelo una prova di confronto tra diverse modalità di gestione del *living mulch* di trifoglio bianco (var. Pipolina) in due colture orticole di pieno campo in rotazione, ovvero cavolfiore e melanzana. Le tre tesi a confronto sono: controllo senza cover crop e lavorazione tradizionale; *living mulch* con gestione del trifoglio a mezzo di pirodiserbo; *living mulch* regolarmente tenuto sfalciato.

Secondo i primi risultati, la resa del cavolfiore nel controllo lavorato è risultata mediamente superiore del 42% rispetto agli altri sistemi. Tra questi, il sistema con sfalcio periodico del trifoglio ha registrato una resa maggiore del 23% e un migliore controllo delle infestanti (-375% di biomassa) rispetto a quello con pirodiserbo.

▪ Gestione della vegetazione nei vigneti

Nell'ambito del WP6, il CiRAA e la Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa hanno condotto nel triennio 2017-2020 delle prove in vigneto nell'areale del Chianti Classico presso le aziende biologiche di Monteverdine e San Giusto a Rentennano. Sono state poste a confronto 5 diverse gestioni dell'interfila, realizzate a filari alterni:

lavorazione autunnale e primaverile (CT);

sovescio di favino (*Vicia faba* subsp. *minor*) (PBI);

sovescio di orzo (*Hordeum vulgare*) e trifoglio squarroso (*Trifolium squarrosum*) (BCI);

pacciamatura morta mediante sfalcio primaverile del miscuglio orzo+trifoglio (BCM);

inerbimento spontaneo gestito come pacciamatura morta in estate mediante sfalcio a fine primavera (S).

Nel protocollo sperimentale è stato valutato l'effetto della gestione su alcuni indicatori di fertilità del suolo a parametri collegati allo stress idrico e nutrizionale della vite (cv. Sangiovese), a qualità e quantità delle produzioni e ad aspetti di composizione e abbondanza della flora infestante.

I tre trattamenti basati sulle colture di copertura hanno evidenziato un ottimo potenziale di riduzione sostanziale della biomassa infestante in primavera rispetto al controllo lavorato e al trattamento con vegetazione spontanea. In autunno tutti i trattamenti hanno mostrato livelli di biomassa vegetale inferiori rispetto alla primavera, con l'inerbimento spontaneo gestito (S), che ha registrato una biomassa vegetale totale più alta rispetto a CT e BCI, ma non diversa da BCM e PBI. L'elevata biomassa di infestanti in autunno potrebbe essere considerata non dannosa per la vite anzi potrebbe svolgere un ruolo chiave nel mitigare l'erosione del suolo.

Complessivamente, è stata osservata una composizione della flora infestante marcatamente diversa tra i trattamenti, specialmente in primavera, con prevalenza di specie perenni nei trattamenti con pacciamatura da coltura di copertura seminata (BCM) o spontanea (S) e prevalenza di graminacee annuali nella tesi con favino. **La biodiversità delle specie spontanee, un utile indicatore di sostenibilità della gestione integrata delle malerbe, è risultata maggiore, come numero di specie, in copertura spontanea, sia in primavera che in autunno.** Al contrario, nelle altre tesi si è osservata la prevalenza di un numero minore di

specie, alcune delle quali potenzialmente competitive nei confronti della vite, come osservato soprattutto nel caso della tesi lavorata, altre più desiderabili, come riscontrato nelle tesi con coltura di copertura di orzo e trifoglio.

Altro risultato interessante è sull'effetto delle diverse gestioni sullo stress idrico e nutrizionale della vite, misurati sulle foglie, rispettivamente, mediante potenziale idrico e Spad (indice correlato con il contenuto di clorofilla e di azoto delle foglie). **La tesi con la vegetazione spontanea ha mostrato, contrariamente alle attese, un effetto competitivo per acqua e azoto, comunque moderato, solo nel sito a clima più caldo e asciutto**, dove la tesi lavorata ha permesso, specialmente nel 2020, molto siccitoso in estate, di migliorare la disponibilità di acqua e azoto almeno nella porzione superficiale del suolo. La tesi pacciamata con orzo e trifoglio ha registrato valori di stress idrico inferiori rispetto alla tesi con la vegetazione spontanea, rivelando l'importanza dello sfalcio precoce in primavera e della persistenza della pacciamatura sul terreno in estate, legata nella fattispecie alla paglia dell'orzo, assai resistente alla degradazione e in grado di ridurre l'evaporazione dal suolo. **A livello di resa in acini, la tesi con inerbimento spontaneo è risultata, sorprendentemente, più produttiva rispetto a quella lavorata.** Anche la tesi con favino ha fatto registrare ottime rese in uva. I risultati sono spiegabili, in entrambi i casi, dall'elevata presenza di leguminose spontanee (S) o seminate (PBI), che hanno contribuito ad aumentare il peso medio degli acini. A livello qualitativo, le maggiori rese di questi due trattamenti hanno influito negativamente solo sul grado di maturazione fenolica e sul pH, mentre per tutti gli altri parametri analizzati i risultati sono stati ottimi.

Controllo mirato

Colture annuali a file larghe: mais

La sperimentazione, realizzata principalmente presso l'azienda pilota Vallevicchia di Veneto Agricoltura, si è concentrata su un prototipo di sarchiatrice di precisione sviluppato dal partner di progetto Maschio Gaspardo, in grado di eseguire una sarchiatura di precisione e al contempo applicare il diserbante in post-emergenza localizzato sulla fila (*foto 3*). Il prototipo di sarchiatrice riesce a lavorare molto vicino alla fila (*foto 4*) grazie a un sistema di controllo automatico della posizione guidato da un visore ottico (telecamera). Il prototipo è stato testato

per 3 anni (2018-2020) in prove di campo, confrontandolo con la tecnica convenzionale di diserbo a pieno campo. Per la tesi innovativa sono state applicate le tecniche dell'agricoltura di precisione: semina con trattore con guida semiautomatica e sistema RTK/GPS con creazione di mappe riportanti il posizionamento delle file;

sarchiatura di precisione guidata dal visore ottico e contemporaneo diserbo in banda di 25 cm a cavallo della fila.

Nei tre anni di prova l'utilizzo del prototipo di Maschio Gaspardo ha determinato un **danno trascurabile al mais e ha consentito di ridurre la quantità di diserbante del 66% in confronto alla distribuzione a pieno campo, ottenendo produzioni simili** (*grafico 1*) malgrado fosse presente a fine stagione una biomassa di malerbe superiore nei parcelloni gestiti con questa tecnica innovativa, a causa di emergenze successive alla sarchiatura e ai ricacci delle perennanti. Condizioni prolungate di eccessiva umidità del terreno e presenza di malerbe perennanti possono tuttavia ridurre l'efficacia della sarchiatura e quindi complessivamente di questa tecnica innovativa.

Nel 2021 il prototipo di Maschio Gaspardo è stato testato a livello aziendale (su 33 ha di mais) per verificarne in condizioni ordinarie le potenzialità operative, che sono risultate interessanti. Con tarature calibrate in funzione dello stadio del mais, la macchina può lavorare a una velocità media di 6 km/ora e ha una capacità di lavoro che arriva a 2 ha/ora.

Colture annuali a file strette: frumento

Per quanto riguarda il frumento, le prove di campo sono state condotte presso l'azienda L. Toniolo dell'Università di Padova per 3 annate successive per confrontare 3 diverse strategie di controllo delle infestanti: **chimica** (C) basata sul solo utilizzo di erbicidi di post-emergenza; **integrata** (CM) che prevede falsa semina seguita da diserbo di post-emergenza; **meccanica** (M) che prevede falsa semina seguita da erpice strigliatore.

Pur osservando in tutte le prove una maggiore biomassa delle infestanti nelle tesi a gestione integrata o meccanica, non ci sono state differenze di rese del frumento (*grafico 2*). Questi risultati evidenziano la fattibilità di strategie a basso uso di erbicidi per il frumento in Nord Italia. Occorre però seguire un approccio integrato basato sulla rotazione colturale e su altre strategie per contenere le popolazioni delle infestanti.

Agricoltura conservativa: fase di transizione

Una sperimentazione pluriennale è stata condotta presso l'azienda Vallevicchia per definire strategie sostenibili di gestione delle infestanti in agricoltura conservativa (non lavorazione) e in particolare durante il periodo di transizione. Sono state confrontate strategie con diverso utilizzo di erbicidi e colture di copertura (cover crops):

- la prima tesi (T1) prevedeva un uso elevato di erbicidi sia in pre che in post-emergenza e l'uso di glifosate per la devitalizzazione delle cover crops. L'obiettivo era ottenere il massimo controllo delle infestanti già inizialmente, minimizzarne la disseminazione e quindi ridurre progressivamente la banca semi superficiale in modo da facilitarne il controllo negli anni successivi;
- la seconda tesi (T2) rappresentava la **gestione standard** per l'agricoltura conservativa basata sul diserbo esclusivamente di post-emergenza e sul glifosate per la devitalizzazione delle cover crops;
- la terza tesi (T3) mirava a ridurre l'uso di erbicidi, adottando tecniche d'impianto delle cover crops che favoriscono la loro competitività contro le infestanti (come la trasemina del trifoglio nel frumento) e usando tecniche non-chimiche per la loro devitalizzazione, come l'impiego del roller crimper o la scelta di cover crops che si devitalizzano con le basse temperature invernali (dette anche gelive). Inoltre nelle diverse colture da reddito l'utilizzo del diserbo di post-emergenza è stato valutato in base ai monitoraggi delle infestanti presenti.

Queste diverse strategie sono state applicate in una rotazione frumento-sorgo-soia-frumento, ottenendo una serie di indicazioni interessanti.

Le 3 strategie hanno prodotto rese simili nelle varie colture, anche nel caso del frumento nel 2018 quando non è stato applicato il diserbo nella tesi T3. Non è stato osservato un aumento della densità di infestanti negli appezzamenti della tesi T3, evidenziando quindi il buon livello di controllo ottenuto. Per quanto riguarda le cover crops, la trasemina del trifoglio nel frumento ha dato buoni risultati consentendo alla leguminosa di svilupparsi dopo la raccolta del cereale e di coprire bene il terreno fino alla semina della successiva coltura primaverile. Tra le cover crops estive si è evidenziata l'ottima competitività e velocità di

sviluppo del sorgo da biomassa: in questo caso però l'elevato quantitativo di residui che vengono lasciati in superficie potrebbe ostacolare le successive operazioni di semina.

Non ha invece dato l'esito sperato l'avena strigosa, una cover crop geliva, che a causa della semina tardiva (primi di novembre) ha registrato un ritardo nel ciclo e quindi non è stata devitalizzata dalle basse temperature invernali. Il punto cruciale quindi per il corretto utilizzo delle specie gelive è effettuare la loro semina entro settembre, al massimo i primi di ottobre, in modo da garantire un adeguato sviluppo autunnale e la loro devitalizzazione successiva. Complessivamente questa sperimentazione ha evidenziato come sia possibile gestire le infestanti in agricoltura conservativa con un basso utilizzo di erbicidi; occorre però prestare particolare attenzione alla gestione dei periodi di intercoltura e delle cover crops e alla semina delle colture in modo da ottenere una densità di impianto ottimale.

Tecniche di distruzione dei semi delle infestanti

In un'ulteriore sperimentazione è stato monitorato per tre anni il livello di disseminazione alla raccolta, di alcune specie graminacee infestanti di frumento e soia, ovvero: avena selvatica (*Avena* sp.), coda di volpe (*Alopecurus myosuroides*) e loiessa (*Lolium multiflorum*) per il frumento; giavone (*Echinochloa crus-galli*) e sorghetta (*Sorghum halepense*) per la soia. Questa informazione consente di valutare se tecniche per la distruzione dei semi delle infestanti durante la raccolta, come l'inserimento sulla mietitrebbia di specifici mulini per devitalizzare i semi che verrebbero altrimenti espulsi insieme alla paglia, possano dare un contributo significativo al contenimento delle specie studiate. Dopo aver monitorato diversi appezzamenti nel triennio 2018-2020 in Veneto, Emilia-Romagna, Toscana e Lazio, alcune chiare indicazioni sono emerse sul comportamento delle diverse specie (*grafico 3*), pur con qualche differenza a livello geografico ma soprattutto tra i vari anni in base all'andamento meteorologico.

Per quanto riguarda le infestanti del frumento, l'avena e la coda di volpe hanno mostrato alti livelli di disseminazione, spesso superiori all'80%, in tutti gli appezzamenti e nei 3 anni, mentre la loiessa si è attestata su livelli intermedi, intorno al 40-60%. Livelli inferiori di disseminazione sono stati osservati per le due infestanti della soia, con il giavone che ha registrato una disseminazione intermedia (45-55%) e la sorghetta bassa (25%).

Queste osservazioni inducono a presumere che **le tecniche per la distruzione dei semi delle infestanti darebbero, nelle zone oggetto di studio, un contributo limitato nel controllo delle popolazioni di avena e coda di volpe, intermedio per la loiessa e giavone e alto per la sorghetta.**

Le prove in altri Paesi

Molte altre sperimentazioni sono state realizzate negli altri Paesi europei partner del progetto; i protocolli e i risultati oltre a slide e video degli eventi pubblici fin qui organizzati, aggiornati annualmente, si possono trovare all'indirizzo: www.venetoagricoltura.org/2020/07/editoria/prove-sperimentali-in-euro-pa-edizione-2020-in-italiano/

Una sintesi dei risultati finali e delle ricadute di questi per il comparto agricolo italiano saranno oggetto di un successivo articolo alla conclusione del progetto.

Cluster italiano di IWMPRAISE:

Donato Loddo, Maurizio Sattin

*Cnr - Consiglio nazionale delle ricerche
Legnaro (Padova)*

Daniele Antichi, Christian Frascioni

Centro di ricerche agro-ambientali «E. Avanzi» Università di Pisa, San Piero a Grado (Pisa)

Pierluigi Meriggi, Matteo Ruggeri

Horta srl, Ravenna

Christian Mario Centis Maschio-Gaspardo, Campodarsego (Padova)

Anna Camilla Moonen, Federico Leoni

Scuola superiore di studi universitari e di perfezionamento Sant'Anna di Pisa

Lorenzo Furlan, Stefano Barbieri

Francesca Chiarini, Serenella Spolon

Antonio de Zanche

Veneto Agricoltura - Sede centrale, Legnaro (Padova)

Con la collaborazione di Dondi spa e Isea srl. Si ringraziano Marco Pasti per il contributo critico ai lavori di progetto nonché il personale dell'azienda Vllevecchia per il lavoro sulle sperimentazioni di campo.