IWMPRAISE

Integrated Weed Management: PRActical Implementation and Solutions for Europe
Gestione Integrata delle Malerbe: Implementazione PRAtica e Soluzioni per l'Europa

PROVE SPERIMENTALI IN EUROPA

EDIZIONE 2020

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under agreement no. 727321

Pubblicazione realizzata nell'ambito del progetto IWMPRAISE - H2020-SFS-2016-2017/H2020-SFS-2016-2

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 727321

Autori:
Irache Garnica (INTIA - Instituto Navarro de Tecnologias e Infrastructuras Agroalimentarias)
Juan Antonio Lezaun (INTIA - Instituto Navarro de Tecnologias e Infrastructuras Agroalimentarias)
José Luis González-Andújar (CSIC - Instituto de Agricultura Sostenible)
Verónica Pedraza Jimenez (CSIC - Instituto de Agricultura Sostenible)
Daniele Antichi (Centro di Ricerche Agro-ambientali "Enrico Avanzi", Università di Pisa)
Christian Frasconi (Centro di Ricerche Agro-ambientali "Enrico Avanzi", Università di Pisa)
Stefano Carlesi (Istituto di Scienze della Vita - Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa)
Mariateresa Lazzaro (Istituto di Scienze della Vita - Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa)
Federico Leoni (Istituto di Scienze della Vita - Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa)
Anna Camilla Moonen (Istituto di Scienze della Vita - Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa)
Dylan Warren Raffa (Istituto di Scienze della Vita - Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa)
Valentina Mastretta (Horta srl)
Matteo Ruggeri (Horta srl)
Donato Loddo (Istituto di Biologia Agroambientale e Forestale – Centro Nazionale delle Ricerche)
Robert Lesvovšek (AIS - Agricultural Institute of Slovenia)
Andrej Vončina (AIS - Agricultural Institute of Slovenia)
Julie Klötzli (Agroscope)
Andreas Lüscher (Agroscope)
Urs Schaffner (Agroscope)
Matthias Suter (Agroscope)
Ludovic Bonin (ARVALIS - Institut du végétal)
Anne Brunet (Chambre régionale d'agriculture Centre-Val de Loire)
Dominique Tozza (Chambre régionale d'agriculture d'Ile de FRANCIA)
Daniel Hewitt (NIAB)
Julien Lecourt (NIAB EMR)
Andrew Dawson (Wageningen University & Research)
Hilfred Huiting (Wageningen University & Research)
Marleen Riemens (Wageningen University & Research)
Sjoerd Rombout (Wageningen University & Research)
Bo Melander (Department of Agroecology - Aarhus University)
Mette Sønderskov (Department of Agroecology - Aarhus University)
Jens Erik Jensen (SEGES Landbrug & Fødevarer F.m.b.A.)

Realizzazione grafica:
Danilo Calderaro (JDW)

Traduzione dall'inglese e revisione editoriale:
Antonio De Zanche (Veneto Agricoltura)
Francesca Chiarini (Veneto Agricoltura)

Pubblicazione edita da:
Veneto Agricoltura - Agenzia veneta per l'innovazione nel settore primario
Sezione Ricerca e Gestioni Agro-Forestali, Direttore Giustino Mezzalira
Settore Ricerca Agraria, Dirigente Lorenzo Furlan
Viale dell'Università, 14 - 35020 Legnaro (PD)
tel. 049 8293711 - fax 049 8293815
e-mail: info@venetoagricoltura.org
www.venetoagricoltura.org

È consentita la riproduzione di testi, grafici, tabelle, ecc. previa autorizzazione da parte di Veneto Agricoltura – Agenzia veneta per l'innovazione nel settore primario, citando gli estremi della pubblicazione.

Pubblicato nel mese di luglio 2020.

PROVE SPERIMENTALI IN EUROPA

EDIZIONE 2020

IWMPRAISE

INDICE

Il progetto IWMPRAISE 6

SPAGNA 8

ITALIA 20

SLOVENIA 84

SVIZZERA 106

FRANCIA 112

REGNO UNITO 156

PAESI BASSI 172

DANIMARCA 180

Il progetto IWMPRAISE

Integrated Weed Management: PRActical Implementation and Solutions for Europe
Gestione Integrata delle Malerbe: Implementazione PRAtica e Soluzioni per l'Europa

Paesi partecipanti

Danimarca
Francia
Italia
Paesi Bassi
Regno Unito
Slovenia
Spagna
Svizzera

Partners

La gestione integrata è il futuro della lotta alle infestanti

La gestione integrata delle malerbe è la via con la quale affrontare il problema delle infestanti per l'agricoltura sostenibile. IWMPRAISE è un progetto finanziato dal Programma Quadro dell'Unione Europea per la Ricerca e l'Innovazione (Horizon 2020) che è stato creato proprio per supportare e favorire l'applicazione delle tecniche di gestione integrata delle malerbe in Europa. Il progetto, iniziato a giugno 2017, è di durata quinquennale e si concluderà a maggio 2022, sotto il coordinamento del Prof. Per Kudsk del Dipartimento di Agroecologia dell'Università danese di Aarhus che fa da capofila del progetto. Il budget a disposizione è di circa 6,6 milioni di euro.
La lotta alle infestanti diventerà in Europa una pratica più rispettosa dell'ambiente se il concetto di gestione integrata riuscirà a fare breccia sugli agricoltori europei. Il progetto IWMPRAISE mira appunto a dimostrare che la gestione integrata consente di realizzare dei sistemi colturali più sostenibili e più resilienti agli impatti esterni, senza mettere a rischio la redditività delle colture o l'approvvigionamento di alimenti e di biomasse.
37 sono i partner provenienti da otto Paesi europei che partecipano al progetto, tra i quali 11 Università e Istituti di ricerca che operano nel settore, 14 industrie e piccole o medie imprese, 12 centri di assistenza agricola e organizzazioni professionali.

Riflettori puntati su quattro scenari

Il progetto riguarderà lo sviluppo, la prova e la valutazione di strategie di gestione relative a diversi sistemi colturali riconducibili a quattro diversi scenari che rappresentano altrettante realtà tipiche dell'agricoltura europea.
Adottando questo approccio per categorie, sarà infatti possibile stabilire i principi fondamentali e sviluppare le strategie di gestione integrata delle malerbe applicabili anche al di là dei casi di studio analizzati dal progetto.
I quattro scenari di riferimento sono i seguenti:

- colture annuali seminate a file strette (ad es. frumento, altri cereali a chicco piccolo, colza)
- colture annuali seminate a file larghe (ad es. mais, girasole, ortaggi in pieno campo)
- colture erbacee perenni (ad es. prati, erba medica, trifoglio)
- colture arboree perenni (ad es. pomacee, agrumi, olivo)

Superare le barriere e diffondere il "verbo"

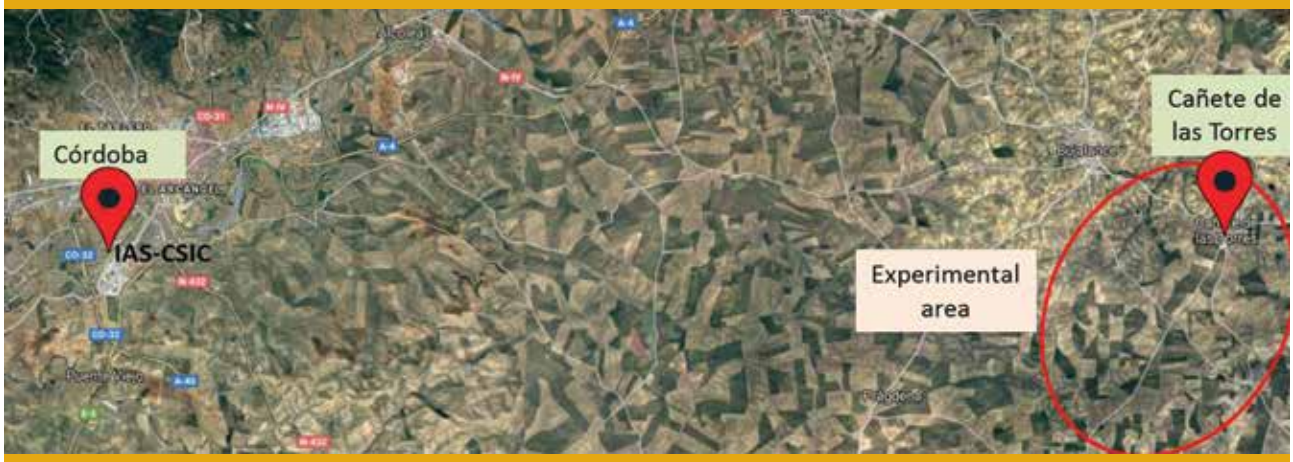
Il progetto analizzerà le attuali barriere agronomiche e socio-economiche che si frappongo alla diffusione della gestione integrata delle malerbe in Europa e allo sviluppo e ottimizzazione dei metodi di controllo delle infestanti. Partendo da questa base il progetto si pone l'obiettivo di creare un set di strumenti validato per l'utilizzo nella gestione integrata. Il progetto inoltre avrà il compito di progettare, dimostrare e valutare i risultati e la sostenibilità economica e ambientale delle strategie di gestione integrata specifiche per le diverse aree di coltivazione e per i diversi scenari in risposta ai bisogni e alle preoccupazioni dei coltivatori e, in una visione più allargata, della società civile.
Un obiettivo finale del progetto sarà quello di rendere disponibili tutti i risultati agli utilizzatori finali attraverso l'informazione online, le giornate dimostrative, i corsi di formazione e altri strumenti di divulgazione - tra i quali questa pubblicazione - anche al fine di consentire uno scambio di conoscenze con i gruppi operativi nell'ambito dello sviluppo rurale, che si occupano di queste tematiche.

Il gruppo di lavoro di IWMPRAISE

SPAGNA

PROVE SPERIMENTALI NELLA SPAGNA MERIDIONALE

L'Istituto per l'Agricoltura Sostenibile di Cordova, uno dei centri del Consiglio Nazionale delle Ricerche spagnolo (IAS-CSIC), ha avviato una collaborazione con la cooperativa olivicola "Virgen del Campo" per i prossimi 3 anni. Questa cooperativa, situata a Cañete de las Torres, a 60 km da Cordova, conta più di 800 membri. Una delle sue attività economiche prevalenti è la coltivazione dell'olivo (cultivar Picual e dimensione aziendale media di 4-6 ha), basata principalmente su una gestione del suolo con lavorazione convenzionale o sull'utilizzo di graminacee spontanee come colture di copertura. Le aziende pilota appartengono agli olivicoltori della cooperativa situata a Cañete de las Torres.

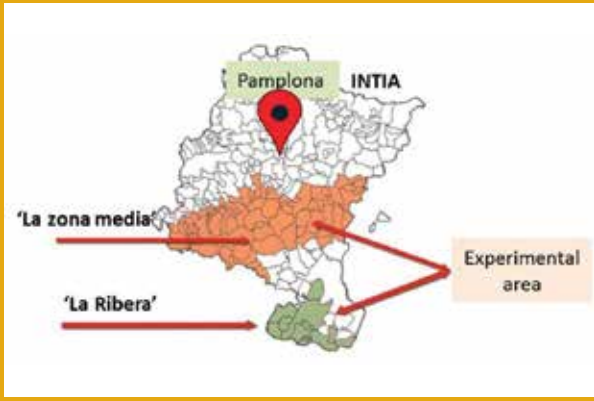


Indirizzo:
Cooperativa "Virgen del Campo"
Calle del Molino, 2
Cañete del las Torres - 14660 Cordova
Coordinate GPS: 37°52'02.4"N 4°19'17"W

Per informazioni e visite guidate contattare:
José Luis González e Verónica Pedraza
e-mail: vpedraza@ias.csic.es
tel. +34 957 49 92 55

PROVE SPERIMENTALI NELLA SPAGNA SETTENTRIONALE

L'Istituto per il trasferimento e l'innovazione nel settore agro-alimentare (INTIA) della Navarra è un'azienda pubblica fondata dal Governo della Navarra per promuovere un'agricoltura vitale e sostenibile e l'animazione nel mondo rurale, nel rispetto dell'ambiente e garantendo risorse alimentari di qualità alla popolazione. Coopera con molte aziende e con numerosi partner (più di 48 cooperative, 11.400 agricoltori e 1.138 allevatori). Molti di questi sono olivicoltori i cui terreni sono distribuiti in due aree differenziate con dimensioni medie di 1-5 ha per azienda: 'La Ribera', dove si produce la cultivar di olivo Empeltre, e 'La zona media' dove la cultivar di olivo più importante è l'Arróniz. Entrambe le aree sono solitamente condotte con lavorazioni tradizionali o con colture di copertura spontanee principalmente composte da crucifere. Esse costituiscono le aziende sperimentali interessate dal progetto nel nord della Spagna.



Indirizzo:
Av. Serapio Huici, 22 (Edificio de Peritos)
Villava - 31620 Navarra
Coordinate GPS: 42°49'43.7"N 1°36'46.2"W

Per informazioni e visite guidate contattare:
Juan Antonio Lezaun e Irache Garnica
e-mail: igarnica@intiasa.es
tel. +34 948 01 30 40

La Spagna è il paese con la maggiore superficie olivicola del mondo (2,5 milioni di ha) (MAPA, 2017a). L'Andalusia, la regione più meridionale della Spagna, possiede la superficie più estesa con circa 1,6 milioni di ettari, principalmente concentrata nelle province di Jaen (582.497 ha) e Cordova (351.692 ha) (CAPDR, 2017). Ciononostante, le regioni della Spagna settentrionale, come la Navarra, negli ultimi anni hanno visto crescere notevolmente la loro superficie a olivo e attualmente contano 8.446 ha (MAPA, 2017a).
Considerata l'ampia superficie investita a olivo, le strategie di lotta alle malerbe sono significativamente influenzate dalla posizione geografica, le condizioni climatiche, il tipo di suolo, l'altitudine e le scelte agronomiche (Huqi *et al.*, 2009). Ciononostante, gli oliveti in Cordova e Navarra adottano strategie di lotta piuttosto simili, a prescindere dalla loro distanza geografica e dalle diverse condizioni meteorologiche.
Le tecniche di gestione del suolo negli oliveti hanno sempre avuto l'obiettivo di aumentare il reddito e la qualità del prodotto e il controllo delle infestanti è un aspetto importante per evitare che le malerbe possano competere con gli olivi per l'acqua e le sostanze nutritive (Saavedra *et al.*, 2015). I sistemi di lotta più diffusi sono la lavorazione del suolo e la non lavorazione con il diserbo chimico (MAPA, 2017b). Inoltre, le aziende agricole usano spesso una combinazione di queste pratiche, poiché la maggior parte degli oliveti presentano due aree di coltivazione chiaramente distinte: quella sotto gli alberi di olivo, su cui avviene la raccolta, e quella lungo le file (spazi interfilari e all'interno delle file) dove il compattamento del suolo e la maggiore suscettibilità al ruscellamento dell'acqua piovana e all'erosione influenzano la scelta del sistema di coltivazione (CAP, 2006). La lavorazione del terreno continua ad essere il sistema di gestione del terreno nelle interfile, sebbene questa pratica sia quella maggiormente responsabile dell'erosione di suolo (Gomez *et al.*, 2009).
L'adozione dell'agricoltura conservativa (AC) consente di minimizzare il disturbo della struttura, composizione e biodiversità del suolo, riducendo quindi l'erosione, la degradazione della sostanza organica e il consumo di carburante (Holland, 2004). L'AC è basata sulla lavorazione ridotta e la copertura continua del suolo con residui colturali e cover crop negli arboreti (Abu-Irmaileh e Abu-Rayyan, 2004).
La lavorazione ridotta implica il ricorso a lavorazioni superficiali a 10-15 cm di profondità, mentre la non lavorazione consente di non movimentare il terreno negli spazi di interfila e tra le file usando il diserbo chimico e lasciando i residui di potatura sulla superficie del terreno dopo la raccolta (minimo 30% di suolo coperto). Le cover crop proteggono il suolo dall'erosione idrica ed eolica (Alcántara *et al.*, 2011) e facilitano l'infiltrazione e l'accumulo di acqua (Cucci *et al.*, 2016). Di conseguenza possono migliorare la struttura del terreno e aumentare il contenuto di sostanza organica (Kuo *et al.*, 1997) e di azoto (Perdigao *et al.*, 2012). In ogni caso, queste tecniche devono essere adattate alle condizioni locali delle aziende agricole e, affinché la loro adozione negli oliveti possa avvenire con successo, necessitano di un attento controllo e gestione non solo per ridurre la presenza di insetti e malattie(Martinelli *et al.*, 2017) ma anche per gestire le malerbe con un ridotto utilizzo di erbicidi (Abu-Irmaileh e Abu-Rayyan, 2004).
Il ricorso alla difesa integrata (DI) dalle malerbe negli oliveti è finalizzata a ridurne gli impatti negativi sul suolo e sulla produzione, mantenendo nel contempo la flora utile a un livello sostenibile e gestibile (Huqi *et al.*, 2009). Pertanto la lotta integrata non dovrebbe prendere in considerazione soltanto l'efficacia del controllo delle malerbe ma anche come queste pratiche colturali impattano la popolazione infestante, la coltura e l'ecosistema agricolo (Fracchiola *et al.*, 2016).
In base agli obiettivi del progetto IWMPRAISE, lo studio sulle colture arboree in Spagna mira a sviluppare, testare e valutare le strategie sostenibili ed economicamente convenienti di lotta integrata alle malerbe negli oliveti, al fine di ridurre la dipendenza dall'uso della chimica senza compromettere la redditività e la produzione agricola di cibo, mangimi e bio-materiali. Gli obiettivi specifici mirano a valutare gli effetti di differenti pratiche di lotta integrata riguardo a: 1) l'infestazione e lo sviluppo delle malerbe; 2) la difesa del suolo; 3) le rese e la qualità della produzione.

Materiali e metodi

Durante le campagne 2018/2019 e 2019/2020 sono state valutate due strategie di diserbo integrato comunemente usate dagli olivicoltori, prendendo in considerazione come aree campione gli spazi in interfila e in intrafila (rispettivamente tra i filari e all'interno dei filari).
La Strategia 1 prevedeva lavorazioni del terreno associate all'utilizzo dei residui di potatura in entrambe le aree campione nella Spagna meridionale e la non lavorazione con diserbo chimico in entrambe le aree nella Spagna settentrionale (Figure 1.a e 1.c rispettivamente).
La Strategia 2 prevedeva, durante il primo anno di sperimentazione sia al Sud che al Nord, la non lavorazione con diserbo chimico in intrafila e l'uso di cover crop in interfila (Figure 1.b e 1.d

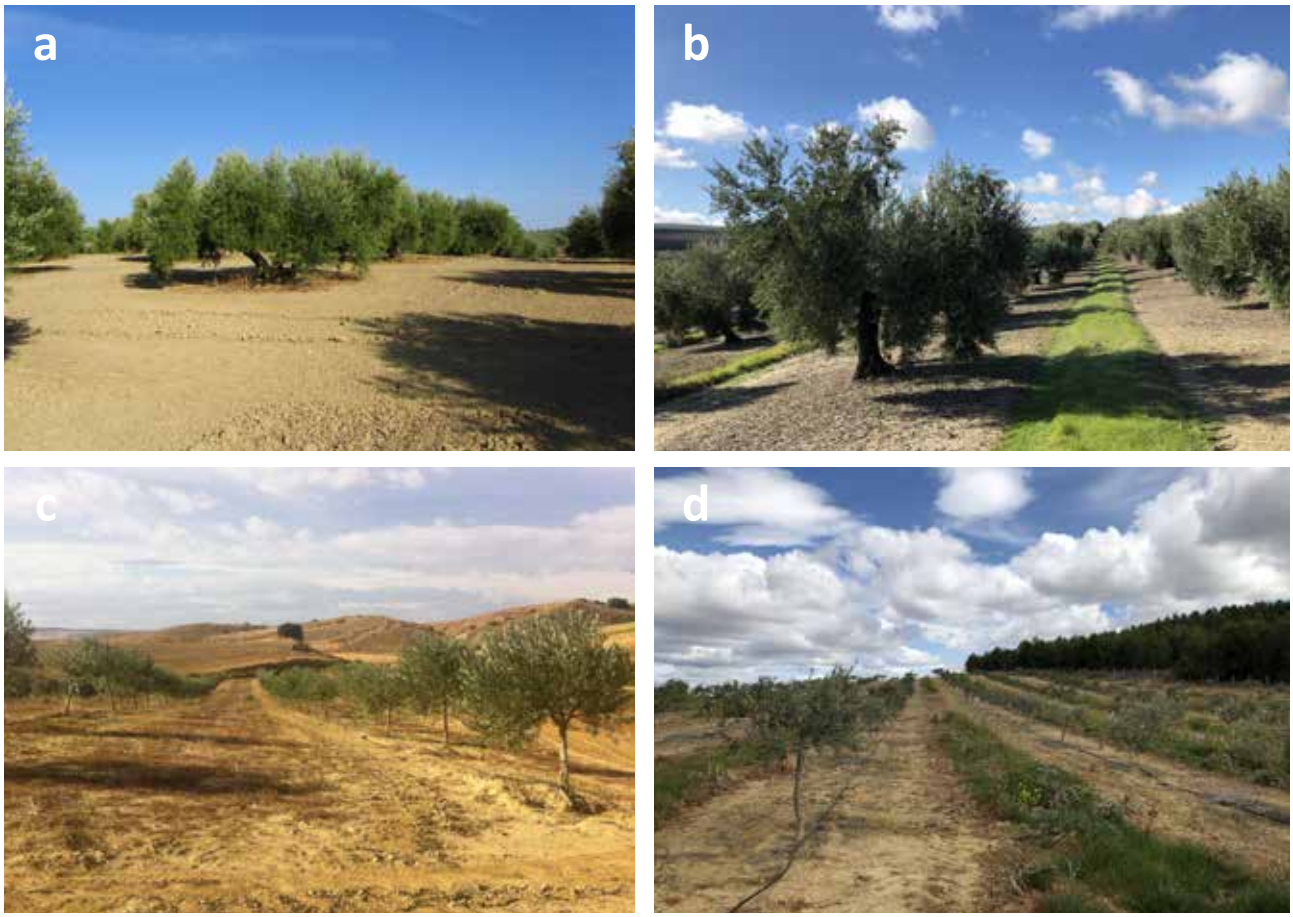


Figure 1.a, 1.b, 1.c, e 1.d - Le strategie a confronto: lavorazione del terreno (a) e cover crop a inerbimento spontaneo (b) nella Spagna meridionale; la non lavorazione con diserbo chimico (c) e cover crop di crucifera (d) nella Spagna settentrionale.

rispettivamente).
La cover crop utilizzata nella Spagna meridionale consiste nell'inerbimento naturale di interfile larghe 2 m con specie spontanee (*Bromus* spp., in prevalenza *Bromus madritensis*). Non sono stati necessari interventi distruttivi, perché la cover crop si secca naturalmente ogni anno a fine aprile-inizio maggio. Nella Spagna settentrionale è stata invece seminata una cover crop composta da senape (*Sinapis alba*) e da specie spontanee sfalciate a maggio.

Schema sperimentale

Le strategie vengono valutate da settembre ad aprile in entrambi i siti sperimentali mediante uno schema a blocchi completamente randomizzati con 4 repliche per ogni strategia.
Per le strategie di lotta integrata nella Spagna meridionale sono stati selezionati due appezzamenti, uno con suolo franco-limoso e l'altro argilloso, e nella Spagna settentrionale un appezzamento con suolo franco-limoso. La superficie sperimentale totale è di 8.448 m^2 al Sud (2.112 m^2 per ogni appezzamento) e di 3.400 m^2 al Nord, mentre la dimensione delle parcelle corrisponde alla distanza tra 5 e tra 6 alberi rispettivamente. Una descrizione dettagliata delle strategie è riportata in Tabella 1.

Rilevamenti

Le infestanti sono rilevate in due momenti diversi: a dicembre-febbraio, prima dell'applicazione dei due metodi di lotta (diserbo chimico e lavorazioni) e a febbraio-aprile, 3-4 settimane dopo la loro applicazione (rispettivamente, pre-trattamento e post-trattamento).
I principali rilevamenti comprendono:

- **Dati sulle infestanti in interfila e intrafila: densità delle piante, copertura del suolo, altezza, biomassa prodotta e stadi fenologici**. Durante la stagione produttiva 2018/2019 è stata inoltre calcolata la diversità delle specie infestanti partendo dai dati di densità delle piante rilevati nella Spagna meridionale e ricavando i seguenti indici: la ricchezza di specie (S), l'esponente

		Spagna meridionale (CSIC)		Spagna settentrionale (INTIA)	
		Strategia 1	**Strategia 2**	**Strategia 3**	**Strategia 4**
Operazioni colturali (2 aree campione)	**In interfila**	LAVORAZIONI + Residui di potatura	Cover crop con inerbimento spontaneo *(Bromus spp.)*	Non lavorazione con diserbo chimico	Cover crop di crucifera *(Sinapis alba)* e specie spontanee
	In intrafila		Non lavorazione con diserbo chimico + Residui di potatura		Anno 1: Non lavorazione con diserbo chimico Anno 2: Lavorazione con erpice
Campi sperimentali	**Collaborazione**	Olivicoltori della cooperativa "Virgen del Campo" a Cañete de las Torres (Cordova)		Olivicoltori che collaborano con INTIA (Larraga, Navarra)	
	Grandezza della parcella	Distanza tra 5 alberi: 528 (11×48) m²		Distanza tra 6 alberi: 429 (13×33) m²	
	Sesto d'impianto	10 × 10 m		6.5 × 5.5 m	

Tabella 1 - Descrizione delle strategie e dei campi sperimentali nel Sud e Nord della Spagna

dell'indice di Shannon-Wiener (expH') e l'indice di equitabilità di Pielou (J').

- **Cover crop in interfila**: copertura del suolo, altezza delle piante e stadi fenologici.
- **Resa in olive** (kg/ha) e **qualità del prodotto** (contenuto in olio, umidità della drupa, contenuto di grasso e acidità).
- **Analisi del suolo**: alla profondità di 0-30 cm sono stati prelevati in autunno 8 campioni di terreno per appezzamento nella Spagna meridionale (4 campioni in quella settentrionale) per l'analisi della fertilità (N, P, K, SO e C organico). Ogni campione comprende 2 sotto-campioni presi da due posizioni diverse localizzate all'interno di uno schema predefinito all'interno di ogni blocco ed area di campionamento.

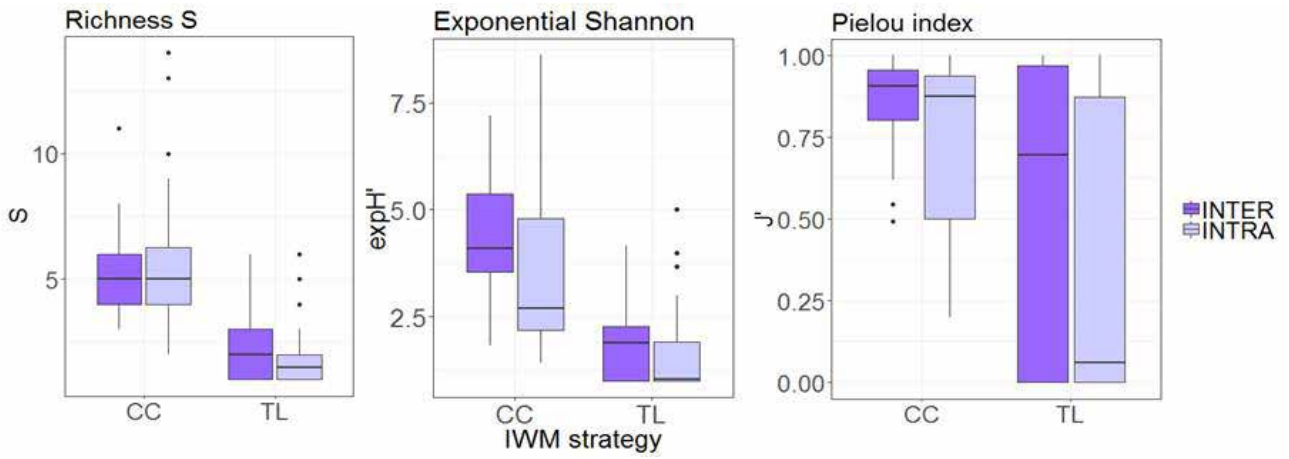


Figure 2.a, 2.b e 2.c – Effetto della Strategia Tillage "TL" e Cover Crops "CC" sulla a) ricchezza delle specie infestanti, b) diversità delle infestanti e c) equitabilità delle specie infestanti durante il campionamento di pre-trattamento.

- **Dati meteorologici**: ottenuti da stazioni metereologiche situate a una distanza non superiore ai 20 e 10 km dall'area sperimentale, rispettivamente nel Sud e Nord della Spagna.

Primo anno di studio nella Spagna meridionale (campi sperimentali gestiti dal CSIC)

Composizione della flora infestante in interfila e intrafila. Durante le rilevazioni di pre-trattamento sono state identificate 20-21 specie negli appezzamenti con Strategia 1 (denominata Tillage "TL") e 29 specie in Strategia 2 (denominata Cover Crops "CC") riconducibili a 13-14 famiglie botaniche, prevalentemente *Asteraceae* e *Poaceace*. Nel corso della campagna 2018/2019 è stato osservato un chiaro effetto della Strategia CC sulla diversità delle specie infestanti, avendo rilevato una maggiore ricchezza di specie (Figura 2.a) e una flora più diversificata rispetto alla Strategia TL (Figura 2.b). Inoltre i valori inferiori, vicini allo zero, dell'indice di Pielou (J') riscontrati in Strategia TL rispetto alla Strategia CC corrispondono alla più bassa equitabilità tra le specie e alla presenza di specie dominanti negli appezzamenti sottoposti a lavorazione (Figura 2.c). Dopo i trattamenti, nelle parcelle TL sono state rilevate solo graminacee (*Bromus* spp.), mentre nelle parcelle CC sono state osservate 21 specie. La ricchezza e diversità delle specie di infestanti è pertanto stata bassa in tutte le parcelle CC e praticamente pari a zero nelle parcelle TL.

La densità (Figura 3) **e biomassa** (Figura 4) **delle piante** rilevate nella Spagna meridionale non hanno dimostrato differenze significative tra le strategie di diserbo integrato nel campionamento di pre-trattamento. Valori più elevati di densità e biomassa

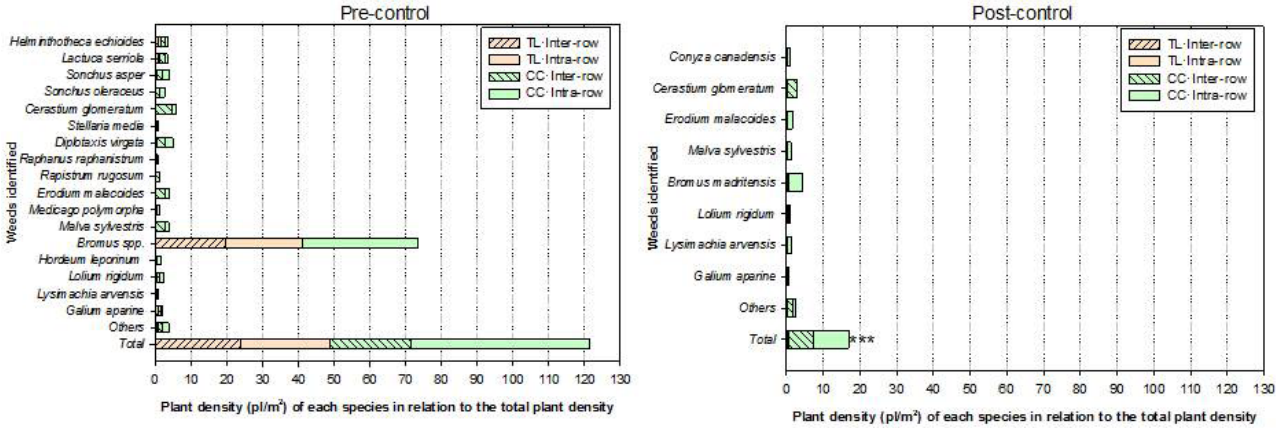


Figura 3 - Densità delle piante/m² per specie infestante identificata in rapporto alla densità totale delle piante in ciascuna area delle strategie di diserbo guidato (in interfila e intrafila) nei campionamenti di pre-trattamento (sinistra) e di post-trattamento (destra). Sono riportate solo le differenze significative sulla densità totale delle piante (Test chi-quadro di Pearson): *p<0.05 **p<0.01 e ***p<0.001

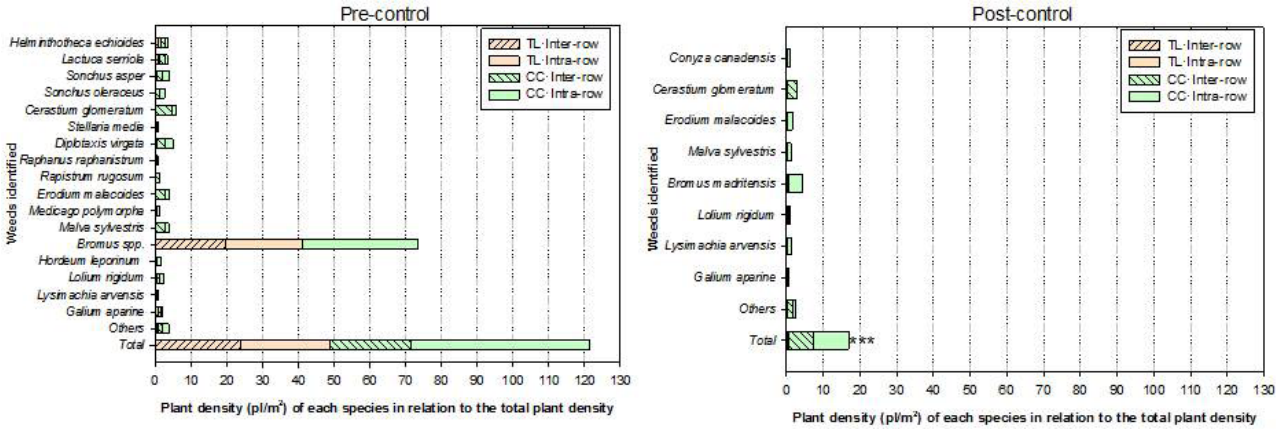


Figura 4 - Biomassa secca delle infestanti in ciascuna area di campionamento delle strategie di diserbo integrato (in interfila e intrafila) in due diverse date di campionamento (pre-trattamento a sinistra e post-trattamento a destra). Sono riportate solo le differenze significative (Test chi-quadro di Pearson): *p<0.05 **p<0.01 e ***p<0.001

delle piante in valore assoluto sono stati comunque osservati in Strategia CC rispetto alla TL, soprattutto in intrafila (suolo nudo), pertanto le differenze osservate possono essere dovute a molti tipi di processi in interazione, a loro volta influenzati dalle condizioni meteorologiche e da fattori specifici di ciascuno dei 4 appezzamenti campionati.
Nel campionamento di post-trattamento la densità e la biomassa delle infestanti sono state scarse in entrambe le strategie di lotta integrata, soprattutto nelle parcelle lavorate (Figure 3 e 4). Questo risultato è ovviamente dovuto agli effetti degli interventi di lotta alle malerbe (trattamenti erbicidi e lavorazioni), ma può essere stato influenzato anche dalle condizioni meteorologiche, considerando che la piovosità media mensile accumulata da gennaio a marzo 2019 non ha superato i 30 mm.
Gli erbicidi applicati in post-emergenza hanno ridotto la densità delle infestanti da 24-25 a 7-10 piante/m^2, ma il peso secco delle infestanti è risultato superiore a quello del campionamento in pre-trattamento (5 g/m^2 rispetto a 2-4 g/m^2). In interfila la maggior parte delle infestanti perenni è stata controllata efficacemente dai trattamenti erbicidi di post-emergenza contro le infestanti a foglia larga, ma specie annuali come *Cerastium glomeratum, Galium aparine* o *Erodium malacoides* non sono state controllate con efficacia in queste aree. In intrafila i trattamenti con glifosate + fluroxypyr o con solo glifosate non sono stati in grado di eliminare *Bromus madritensis, Malva sylvestris, Erodium malacoides*, *Lysimachia arvensis* e *Conyza canadensis*.
Nonostante la presenza di queste infestanti e della cover crop nelle parcelle con Strategia CC, non si è osservato un calo né della **resa** in olive (Figura 5) né della **qualità** (Tabella 2). In base ai risultati da noi ottenuti, nelle Strategie TL e CC le rese sono state simili, pari rispettivamente a 5.695 e 6.293 kg/ha. Inoltre, le diverse strategie di lotta integrata non dimostrano differenze in termini di qualità delle olive prodotte in nessun parametro misurato. Ciononostante, le variazioni osservate tra le parcelle indicano che la parcella CC4 ha ottenuto la resa più elevata (seguita dalla parcella TL1) e il contenuto in olio maggiore, il tenore di umidità minore e l'acidità maggiore (seguita da TL3) in valori assoluti. Il contenuto in olio delle drupe è un parametro utilizzato per il calcolo dei pagamenti agli olivicoltori e il suo valore è stato pari al 21% e al 20,5% nelle parcelle TL e CC, rispettivamente. L'umidità registrata era rispettivamente del del 47% e del 49%, mentre il contenuto in grasso, che è di fondamentale importanza per conoscere il grado di maturazione dell'oliva, poiché non è influenzato dalla quantità di acqua che può contenere, è stato di circa il 39-40%.

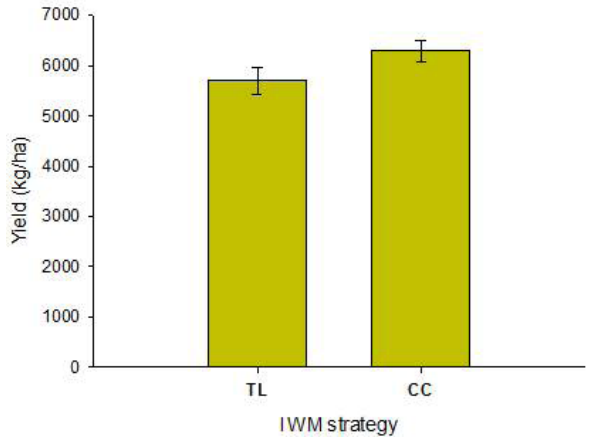


Figura 5 - Resa in olive (kg/ha) delle due strategie di lotta integrata. Le barre verticali rappresentano gli errori standard. Sono riportate solo le differenze significative (Test chi-quadro di Pearson): *p<0.05 **p<0.01 e ***p<0.001

	TL	CC
Contenuto in olio	21,03	20,48
Umidità	46,97	48,54
Contenuto in grasso	39,22	39,83
Acidità	0,39	0,43

Tabella 2 - Valutazione dei parametri di qualità delle olive (in %) per le strategie a confronto

	TL	CC
N (%)	0,08	0,10
SO (%)	1,21	1,64
K (ppm)	363	415
P (ppm)	5,34	5,93
Carbonati totali (%)	33,08	31,62
Limo attivo (%)	12,72	12,52
pH	8,46	8,39

Tabella 3 - Parametri di fertilità del suolo nel profilo 0-30 cm per le due strategie a confronto: contenuto di N organico (%), sostanza organica SO (%), Potassio K (ppm), Fosforo P (ppm), Carbonati totali (%), Limo attivo (%) e pH.

Infine il valore dell'acidità, un parametro importante per stimare la qualità dell'olio, si è attestato sullo 0,39% e lo 0,43% rispettivamente per le strategie TL e CC.
Anche le tecniche di gestione del suolo possono influenzare la sua **fertilità** e i risultati ottenuti dimostrano che la Strategia CC è risultata quella con il maggiore contenuto in N organico rispetto

alla Strategia TL (0,10% contro lo 0,08%) (Tabella 3). Nonostante i contenuti in SO, K, P, carbonati totali, limo attivo e pH non siano risultati diversi nelle due strategie di lotta integrata seguite dagli olivicoltori, in termini di valore assoluto sono stati osservati valori più alti di SO, K e P nella Strategia CC in corrispondenza dello strato superficiale di suolo.

Conclusioni

Nella Spagna meridionale i risultati del primo anno di sperimentazione hanno dimostrato che la Strategia CC (cover crop + non lavorazione con diserbo chimico e uso dei residui di potatura) ha evidenziato una maggiore diversità tra le malerbe rispetto alla Strategia TL (diserbo chimico in pre-emergenza + lavorazione del terreno) e si è anche osservata la maggiore densità e biomassa delle infestanti dopo il trattamento. Inoltre, non sono state riscontrate differenze tra le rese in olive e i parametri di qualità e la presenza della cover crop e dei residui di potatura hanno migliorato il contenuto di N organico nel suolo. Pertanto i risultati ottenuti forniscono delle indicazioni positive sull'utilizzo di questa strategia di lotta integrata nelle condizioni ambientali della Spagna meridionale e rappresentano una base di partenza per ulteriori ricerche sull'ottimizzazione del sistema.

La conservazione del suolo è un aspetto cruciale in regioni semiaride dove la copertura del suolo non è frequente ma è tuttavia necessaria per contenere l'erosione. Sebbene questo studio non preveda la raccolta di dati sull'erosione nelle condizioni sperimentali adottate, il livello di protezione del suolo è basata sui valori di copertura e questi hanno dimostrato che la copertura è stata efficace, con valori ≥50%.

Inoltre, l'associare i metodi di lotta non chimica (cover crop e residui di potatura) con il diserbo chimico può portare a migliorare la biodiversità generale dell'oliveto nel lungo periodo. Lo scopo è quello di non eliminare tutte le infestanti ma di mantenerle entro una soglia accettabile dal punto

		Interfila		Intrafila
		CC	NT	
Asteraceae	*Anacyclus clavatus*	48,75	53,75	0
Primulaceae	*Anagallis arvensis*	2,50	6,25	0
Poaceae	*Bromus sp.*	36,25	66,25	0,9
Convolvulaceae	*Convolvulus arvensis*	6,25	1,25	0
Cruciferae	*Diplotaxis erucoides*	5	12,50	13,4
Onagraceae	*Epilobium brachycarpum*	0	0	0,6
Asteraceae	*Filago piramidata*	0	3,75	0
Rubiaceae	*Galium parisisense*	0	0	0,6
Poaceae	*Hordeum murinum*	1,25	5	0,6
Asteraceae	*Lactuca sp.*	2,50	3,75	3,1
Poaceae	*Lolium rigidum*	1707,5	995	18,4
Papaveraceae	*Papaver rhoeas*	141,25	18,75	1,3
Asteraceae	*Picris echioides*	1,25	3,75	0
Plantaginaceae	*Plantago lanceolata*	0	8,75	0
Polygonaceae	*Polygonum aviculare*	1,25	2,50	0,3
Asteraceae	*Scorzonera sp.*	15	191,25	14,1
Cruciferae	*Sinapis alba*	218,75	0	0
Asteraceae	*Sonchus sp.*	126,25	226,25	69,1
Caryophyllaceae	*Stellaria media*	11,25	23,75	0
Asteraceae	*Taraxacum sp.*	20	26,25	0,9
Apiaceae	*Torilis sp.*	0	25	0
Fabaceae	*Trifolium sp.*	0	0	24,1
Plantaginaceae	*Veronica hederifolia*	1,25	10	1,3
	Totale	**2346,25**	**1683,75**	**148,75**

Tabella 4 - Densità delle piante/m^2 delle infestanti indentificate in ogni area campione (spazi in interfila e intrafila) nel campionamento di pre-trattamento per le due strategie di lotta integrata

di vista economico e gestionale senza effetti negativi sulla produzione.
I risultati di questo studio hanno inoltre dimostrato che negli oliveti vi sono specie infestanti tolleranti e resistenti (agli erbicidi). Questo dato può essere molto utile agli agricoltori della zona, che possono variare gli erbicidi attualmente in uso e non reiterare ogni anno l'uso degli stessi principi attivi (specialmente del glifosate) al fine di evitare una deriva della flora infestante instauratasi. Durante lo studio triennale saranno comunque necessarie ulteriori verifiche di tali strategie e dei loro effetti agronomici e ambientali per migliorare le decisioni gestionali in merito all'uso di queste tecniche nelle aziende agricole.

		CC	NT
Apiaceae	*Ammi visnaga*	0,03	0
Asteraceae	*Anacyclus clavatus*	5,75	2
Primulaceae	*Anagalis arvensis*	0	0,06
Asteraceae	*Andryala integrifolia*	0	0,01
Asteraceae	*Aster sp.*	0,08	0,13
Poaceae	*Avena sterilis*	0,34	0,06
Amaranthaceae	*Beta maritima*	0,08	0,01
Poaceae	*Bromus diandrus*	2,50	0,56
Poaceae	*Bromus hordaeceus*	0,13	0
Poaceae	*Bromus rubens*	7,63	1,56
Amaranthaceae	*Chenopodium album*	0	0,01
Amaranthaceae	*Chenopodium vulvaria*	0,06	0,08
Asteraceae	*Chondrilla juncea*	0,01	0,01
Asteraceae	*Cirsium arvense*	0,06	0
Convolvulaceae	*Convolvulus arvensis*	27,75	53,50
Asteraceae	*Conyza canadensis*	0,35	0,75
Fabaceae	*Coronilla scorpioides*	0	0,01
Apiaceae	*Daucus carota*	0	0,08
Asteraceae	*Ditrichia viscosa*	1,50	3,50
Onagraceae	*Epilobium sp.*	0,01	0
Cruciferae	*Erucastrum sisymbrifolium*	0,13	0,38
Euphorbiaceae	*Euphorbia sp.*	0	0,01
Poaceae	*Hordeum murinum*	6,25	0,25
Asteraceae	*Lactuca serriola*	0,56	0,31
Poaceae	*Lolium rigidum*	29,63	3,75
Fabaceae	*Melilotus oficinalis*	0,01	0,01
Asteraceae	*Pallenis spinosa*	0	0,01
Papaveraceae	*Papaver rhoeas*	0,01	0,01
Asteraceae	*Picris sp.*	0,10	0,00
Plantaginaceae	*Plantago lanceolata*	0,01	0,05
Polygonaceae	*Polygonum aviculare*	0	0,01
Dipsacaceae	*Scabiosa columbaria*	0	0,01
Asteraceae	*Scorzonera laciniata*	1,33	2,94
Asteraceae	*Sonchus oleraceus*	4,13	3,38
Asteraceae	*Taraxacum officinalis*	0	0,01
	Totale	**88,41**	**73,48**

Tabella 5 - Copertura del terreno (%) delle specie infestanti identificate nel campionamento di post-trattamento in interfila per le due strategie a confronto

	CC	NT
Pre-trattamento (14/02/2019)	326	176
Post-trattamento (15/04/2019)	627	0

Tabella 6 - Biomassa secca delle infestanti (g/m²) in interfila per le due strategie in pre- e post-trattamento

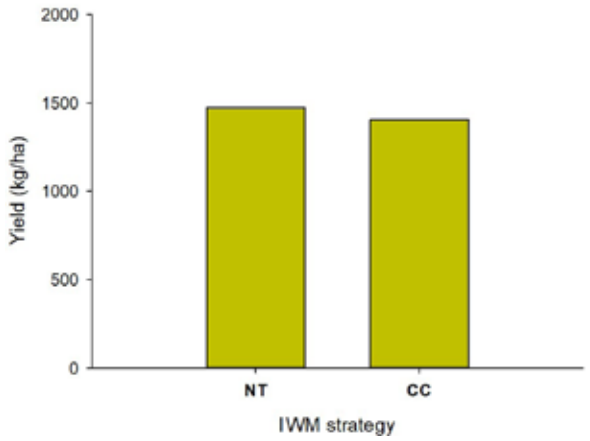


Figura 6 - Resa in olive (kg/ha) delle due strategie a confronto nella Spagna settentrionale. Solo le differenze significative vengono riportate.

	INTRAFILA		INTERFILA	
Strategia	**NT**	**CC**	**NT**	**CC**
N (%)	0,13	0,14	0,14	0,15
SO (%)	1,64	1,89	1,79	1,94
K (ppm)	185,46	208,41	208,08	238,5
P (ppm)	25,69	33,84	20,51	19,53
Rapporto C/N	7,5	7,65	7,34	7,66

Tabella 7 - Parametri di fertilità del suolo nel profilo 0-30 cm per le due strategie a confronto: contenuto di N organico (%), sostanza organica SO (%), Potassio K (ppm), Fosforo P (ppm), e Rapporto C/N.

Primo anno di studio nella Spagna settentrionale (campi sperimentali gestiti da INTIA)

Composizione della flora infestante. Durante i sopralluoghi di pre-trattamento sono state individuate 19 specie infestanti in interfila della Strategia 1 (identificata come No Tillage "NT") e 16 specie della Strategia 2 (identificata come Cover Crop "CC"), riconducibili rispettivamente a 11 e 9 famiglie botaniche (Tabella 4).

La **densità delle piante** (compresa la *Sinapis alba* seminata come cover crop) è stata pari a 2.346 piante/m² Strategia CC e superiore alla Strategia NT con 1.684 piante/m² (Tabella 4). Ciononostante, la Strategia CC ha dimostrato un numero minore di specie e una per la maggior parte delle specie rilevate una densità di piante inferiore rispetto alla Strategia NT; fanno eccezione le specie *Lolium rigidum* e *Papaver rhoeas* che sono state favorite dalla gestione del suolo (lavorazioni) precedente all'insediamento della cover crop. Le lavorazioni per l'insediamento della cover crop possono pertanto favorire l'emergenza di semi infestanti presenti sulla superficie del terreno.

Durante il campionamento di post-trattamento è stata studiata la flora infestante presente in interfila, valutando la **copertura del suolo** di ogni specie.

Per la Strategia CC la copertura ha raggiunto l'88% e per la Strategia NT il 73% (Tabella 5). La specie predominante in entrambe le strategie è stata *Convolvulus arvensis*. Questa specie ha coperto il 53% della superficie nella Strategia NT e solamente il 27,75% nella Strategia CC, dove il *Lolium rigidum* era la specie predominante.

La Strategia CC ha accumulato una produzione di *biomassa* maggiore rispetto alla Strategia NT durante i campionamenti di pre-trattamento (326 g/m² contro 176 g/m²) e di post-trattamento, a causa della maggiore densità di piante infestanti delle specie *Sinapis alba* e *Lolium rigidum* (Tabella 6). Un campionamento di post-trattamento è stato effettuato in primavera e la Strategia NT ha dimostrato un controllo totale delle infestanti mediante il diserbo chimico con glifosate. Inoltre, un nuovo campionamento di post-trattamento è stato realizzato ad aprile e la produzione di biomassa è risultata praticamente zero nella Strategia NT, mentre la Strategia CC presentava valori di biomassa quasi doppi rispetto a quelli ottenuti in febbraio (627 g/m²).

La **resa** in olive e la **qualità** del prodotto sono state stimate a novembre 2019, poiché l'avvio del campo sperimentale e la semina della *Sinapis alba* sono stati realizzati contemporaneamente alla raccolta (autunno 2018). Nonostante la presenza di queste infestanti e della cover crop nella Strategia CC, esse non hanno provocato significative perdite di resa in confronto alla lotta con diserbo chimico (rispettivamente 1.404 e 1.473 kg/ha) (Figura 6).

I campionamenti per la **fertilità del suolo** sono stati effettuati in autunno 2019 e i risultati mostrano che la Strategia CC presenta valori più elevati di N, SO, K e di rapporto C/N in valore assoluto rispetto alla Strategia NT a livello superficiale del terreno (Tabella 7).

Conclusioni

L'utilizzo di una cover crop negli oliveti della Spagna settentrionale è un argomento che riscuote interesse tra gli agricoltori della zona. Tuttavia non vi sono

esperienze precedenti nella zona e si ritiene che una cover crop autunnale possa comportare alcuni problemi per la gestione del suolo e delle infestanti. Ad esempio, la raccolta meccanica negli autunni piovosi può ostacolare l'insediamento e lo sviluppo della cover crop, come accaduto nel corso dello studio realizzato.
Per questi motivi vi sono ancora diverse domande e dubbi da chiarire in merito alla gestione più appropriata della cover crop al fine di stabilire un punto di equilibrio tra la possibilità di riseminare le specie già presenti (senape bianca e altre specie spontanee) e la competizione che queste possono rappresentare nei confronti della coltura principale (olivo). È pertanto necessaria un'ulteriore verifica di tali strategie nell'ambito del triennio di studio.

Bibliografia

- Abu-Irmaileh, B., Abu-Rayyan, A., 2004. In-row preplant manure composting reduces weed populations. Hortscience 39, 1456–1460.
- Alcántara, C., Pujadas, A., Saavedra, M., 2011. Management of cruciferous cover crops by mowing for soil and water conservation in southern SPAGNA. Agric. Water Manag. 98, 1071–1080. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2011.01.016
- CAP, 2006. Manual de buenas prácticas agrarias en los diferentes sistemas productivos del olivar andaluz. Programa de mejora de la calidad de la producción de aceite de oliva y aceitunas de mesa. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla, España. 60 pp.
- CAPDR, 2017. Superficies y producciones agrícolas. Olivar. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. URL https://bit.ly/2N45rfn (Last accessed 02.08.19).
- Fracchiolla, M., Terzi, M., Frabboni, L., Caramia, D., Lasorella, C., De Giorgio, D., Montemurro, P., Cazzato, E., 2016. Influence of different soil management practices on ground-flora vegetation in an almond orchard. Renew. Agric. Food Syst. 31, 300–308. https://doi.org/10.1017/S1742170515000241
- Holland, J.M., 2004. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. Agric. Ecosyst. Environ. 103, 1–25. https://doi.org/10.1016/j.agee.2003.12.018
- Huqi, B., Dhima, K., Vasilakoglou, I., Keco, R., Salaku, F., 2009. Weed flora and weed management in established olive groves in Albania. Weed Biol. Manag. 9, 276–285. https://doi.org/10.1111/j.1445-6664.2009.00351.x
- Kuo, S., Sainju, U.M., Jellum, E.J., 1997. Winter cover crop effects on soil organic carbon and carbohydrate in soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 61, 145–152.
- MAPA, 2017a. Encuesta sobre Superficies y Rendimientos Cultivos (ESYRCE). Encuesta de Marco de Áreas de España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. URL http://bit.ly/2igtnjv (Last accessed 02.10.19)
- MAPA, 2017b. Informe sectorial. Técnicas de mantenimiento de suelo. Encuesta sobre Superficies y Rendimientos Cultivos (ESYRCE). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. URL http://bit.ly/2jzTRZz (Last accessed 02.06.19)
- Martinelli, R., Monquero, P.A., Fontanetti, A., Conceição, P.M., Azevedo, F.A., 2017. Ecological mowing: An option for sustainable weed management in young citrus orchards. Weed Technol. 31, 260–268. https://doi.org/10.1017/wet.2017.3
- Perdigao, A., Coutinho, J., Quimica, C., Moreira, N., 2012. Cover crops as nitrogen source for organic farming in Southwest Europe, In: Mourao, I., Aksoy, U. (Eds.), XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (Ihc2010): International Symposium on Organic Horticulture: Productivity and Sustainability. Int Soc Horticultural Science, Leuven 1, pp. 355–361.
- Saavedra, M., Hidalgo Moya, J.J., Pérez, D., Hidalgo Moya, J.C., 2015. Guía de cubiertas vegetales en olivar. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Junta de Andalucía. 32 pp.

ITALIA

Legnaro (PD)
Eraclea (VE)
Vallevecchia (VE)
Ravenna
San Giuliano Terme (PI)
Cenaia (PI)
San Piero a Grado (PI)
Cedri (PI)
Montevertine (SI)
San Giusto a Rentennano (SI)
Torre San Patrizio (FM)

PROVE SPERIMENTALI PRESSO L'AZIENDA VALLEVECCHIA

VENETO AGRICOLTURA

Consiglio Nazionale delle Ricerche

L'azienda pilota e dimostrativa Vallevecchia, di proprietà della Regione Veneto e gestita da Veneto Agricoltura - Agenzia veneta per l'innovazione nel settore primario, è localizzata tra i centri urbani di Caorle e Bibione, e si caratterizza per essere l'ultimo sito costiero non urbanizzato dell'alto Adriatico.
Tra le ultime bonifiche del Veneto, il territorio si caratterizza per importanti valenze naturalistico-ambientali: tra l'arenile e la pineta, infatti, si trova uno dei maggiori sistemi dunali litoranei del Veneto, mentre a nord si estendono le complementari aree agrarie, ricche di elementi ambientali come siepi, aree boscate, aree umide e superfici a prato. Proprio per questi particolari habitat, Vallevecchia è stata riconosciuta come Zona di Protezione Speciale e Sito di Importanza Comunitaria nella Rete Natura 2000 dell'Unione europea.
Oggi, su una superficie totale di circa 800 ettari quasi la metà sono occupati da aree di grandissimo valore naturalistico: 63 ha di pineta litoranea, 100 ha di boschi planiziali litoranei, 24 km di siepi e zone umide per oltre 68 ha.
Proprio per questa sua valenza, l'azienda ospita anche il Centro visite di Vallevecchia che con strumenti audiovisivi, pannelli, plastici e vetrine tematiche consente ai visitatori di conoscere la storia del comprensorio e comprendere il ruolo dei tanti ambienti della valle. La superficie coltivata è pari a circa 377 ettari destinati a colture erbacee in avvicendamento (mais, frumento, soia, colza, sorgo, medica, erbai e orticole).

Indirizzo:
Azienda Vallevecchia
Via Dossetto, 3
Loc. Brussa - 30021 Caorle (VE)
Coordinate GPS: 45°38'49.5"N 12°57'01.0"
e-mail: vallevecchia@venetoagricoltura.org
tel. + 39 049 8293930

Per informazioni e visite guidate contattare:
Lorenzo Furlan
e-mail: lorenzo.furlan@venetoagricoltura.org
tel. +39 345 3819635

WP7 – GESTIONE DELLE INFESTANTI NEL PERIODO DI TRANSIZIONE DA CONVENZIONALE A SODO

Obiettivi

Questo studio punta a definire strategie di gestione delle infestanti in agricoltura conservativa e in particolare durante il periodo di transizione. Verranno valutate diverse strategie di diserbo chimico, mentre per quanto riguarda le cover crops saranno testati vari miscugli e provate tecniche di impianto (es. trasemina nei cereali) e di devitalizzazione con roller crimper (Figura 1). In particolare, gli obiettivi specifici di questo studio sono:

- definire strategie di controllo delle infestanti all'interno delle colture e nei periodi di intercoltura per minimizzare la loro disseminazione;
- valutare specie o miscugli come cover crops e tecniche di impianto (semina classica, trasemina) per ottenere un rapido insediamento e un'elevata competizione con le infestanti;
- diminuire l'uso di erbicidi per la devitalizzazione delle cover crops, utilizzando mezzi meccanici come il roller crimper o impiegando specie gelive, cioè che vengono devitalizzate dalle basse temperature invernali.

Materiali e metodi

La prova è pensata per simulare la fase iniziale (primi 3 anni) di transizione da una gestione arativa ad una conservativa. La rotazione triennale prevista è frumento-mais-soia con l'inserimento di cover crops nei periodi di intercoltura. Per la prima coltura (frumento) è stato deciso di adottare la minima lavorazione mentre a partire dal secondo anno è stata utilizzata la semina su sodo. Sono messe a confronto tre tesi, cioè tre strategie di gestione, caratterizzate da una diversa intensità di uso di erbicidi e diverse tecniche di gestione delle cover crops.

La prima tesi (T1) prevede un livello elevato di uso di erbicidi, con il ricorso al doppio intervento in pre e post-emergenza e l'uso di glifosate per la devitalizzazione delle cover crops. L'obiettivo è ottenere il massimo controllo delle infestanti, minimizzarne la disseminazione e ridurre quindi progressivamente la banca semi superficiale in modo da rendere il controllo delle infestanti negli anni successivi più facile e meno impattante dal punto di vista ambientale.

La seconda tesi (T2) rappresenta la gestione standard per l'agricoltura conservativa nella zona e si basa su strategie di diserbo esclusivamente di post-emergenza e sul glifosate per la devitalizzazione delle cover crops. Nei periodi di intercoltura sono presenti delle cover e non sono previsti diserbi chimici.

La terza tesi (T3) mira a ridurre l'uso di erbicidi, adottando tecniche di impianto delle cover crops, come la trasemina, che favoriscano la loro competizione nei confronti delle infestanti e mettendo a punto tecniche non-chimiche per la loro devitalizzazione, come l'impiego del roller crimper (Figura 1) o la scelta di cover crops che si devitalizzano con le basse temperature (dette gelive).

I dettagli delle diverse gestioni delle tre tesi sono riportanti in Figura 3 e Tabella 1.

La prova copre tre appezzamenti contigui, suddivisi per tutta la lunghezza in tre parcelloni di larghezza 10 m circa, il disegno sperimentale è di tipo a blocchi randomizzati con tre repliche per tesi (Figura 3). Dimensioni dei parcelloni: 10 m x 500 m = 5000 m^2, dimensione totale della prova: circa 4,5 ha.

Figura 1 - Distruzione di cover crop con roller crimper

Figura 2 - Trasemina della cover crop all'interno del frumento

Figura 3 - Schema della prova WP7

Figure 4 e 5 - Taglia della cover crop (trifoglio) a maggio 2018 (a sinistra) e due mesi dopo la raccolta del frumento (a destra)

	Tesi 1	Tesi 2	Tesi 3
Ottobre 2017	Semina grano	Semina grano	Semina grano
Marzo 2018			Trasemina trifoglio
Aprile 2018	Erbicida post-emergenza	Erbicida post-emergenza	Erbicida post-emergenza (se necessario)
Giugno 2018	Raccolta grano	Raccolta grano	Raccolta grano
Luglio 2018		Semina cover crop estiva (sorgo)	
Agosto 2018	Applicazione glifosate		
Ottobre 2018	Semina cover crop autunnale	Distruzione cover crop estiva / Semina cover crop autunnale	
Marzo 2019	Devitalizzazione cover crop con glifosate	Devitalizzazione cover crop con glifosate	Devitalizzazione cover crop con glifosate (se necessario)
Aprile-Maggio 2019	Semina sorgo	Semina sorgo	Semina sorgo
Maggio-Giugno 2019	Erbicida di pre e post-emergenza	Erbicida di post-emergenza	Erbicida post-emergenza (se necessario)
Settembre 2019	Raccolta sorgo	Raccolta sorgo	Raccolta sorgo
Ottobre 2019	Semina cover crop autunnale	Semina cover crop autunnale	Semina cover crop autunnale
Aprile 2020	Devitalizzazione cover crop con glifosate	Devitalizzazione cover crop con glifosate	Devitalizzazione cover crop con roller crimper (se necessario)
Maggio 2020	Semina soia	Semina soia	Semina soia
Giugno 2020	Erbicida di pre e post-emergenza	Erbicida di post-emergenza	Erbicida post-emergenza (se necessario)
Ottobre 2020	Raccolta soia	Raccolta soia	Raccolta soia

Tabella 1 - Principali interventi colturali per le 3 tesi a confronto dal 2017 al 2020

Dopo la raccolta della soia nel mese di ottobre 2017, una minima lavorazione è stata effettuata nei tre appezzamenti con la distribuzione di 150 kg/ha di fosfato biammonico (18-46 NP) e il frumento (cv. Altamira) è stato seminato il 28 ottobre. Un rilievo delle infestanti è stato effettuato a marzo 2018 per valutare la necessità di diserbi e la tipologia di miscele da distribuire. Avendo riscontrato una presenza minima di infestanti, è stato ritenuto di non effettuare diserbo nelle parcelle della tesi T3 che ha come filosofia la riduzione dell'uso di erbicidi (Tabella 1). Nelle parcelle delle altre due tesi è stato distribuito un classico erbicida utilizzato su frumento (clodinafop 30 g/L, pinoxaden 30 g/L, florasulam 7,5 g/L) alla dose di 0,7 L/ha.
Il 29 marzo si è provveduto alla trasemina all'interno del frumento di una miscela di trifoglio violetto (*Trifolium pratense*) e trifoglio bianco (*Trifolium repens*) nelle parcelle della tesi T3 alla dose di rispettivamente di 20 e 5 kg/ha (Figura 4). Un ulteriore rilievo delle infestanti è stato fatto a maggio 2018 al momento della fioritura del frumento per valutare il livello di controllo ottenuto con le diverse strategie e lo sviluppo del trifoglio traseminato (Figura 5). La densità delle infestanti presenti era molto bassa e il trifoglio traseminato nelle parcelle della tesi T3 è rimasto allo stadio di 2 foglie vere fino alla trebbiatura del frumento. Le rese ottenute sono state buone (6-6,5 t/ha) senza differenze significative tra le tesi (Figura 6).
Dopo la raccolta del frumento nelle parcelle della tesi T2 è stato seminato sorgo da biomassa come cover crop estiva (Figura 7), mentre nelle parcelle della tesi T1 il periodo di intercoltura fino a settembre è gestito con applicazioni di glifosate. Il trifoglio traseminato si è sviluppato dopo la raccolta del frumento, arrivando a coprire completamente la superficie del terreno, ma non è riuscito a contenere lo sviluppo di specie infestanti perenni come *Sorghum halepense* e *Cirsium arvense* o annuali di rapido accrescimento (Figura 8). Per eliminare queste infestanti ed evitarne la disseminazione, è stata effettuata una trinciatura delle parcelle T3 a inizio settembre. Questa operazione non ha compromesso lo sviluppo del trifoglio nei mesi successivi.
Il sorgo seminato nelle parcelle T2 ha prodotto molta biomassa grazie alle piogge estive, raggiungendo una taglia elevata (Figura 9). Per evitare che una tale quantità di materiale lasciato sulla superficie del terreno ostacolasse le successive operazioni di semina, si è deciso di procedere a settembre 2018 alla trinciatura e raccolta del sorgo per produrre insilato (produzione di circa 10 t/ha di biomassa fresca).
A ottobre 2018 nelle parcelle della tesi T1 e T2

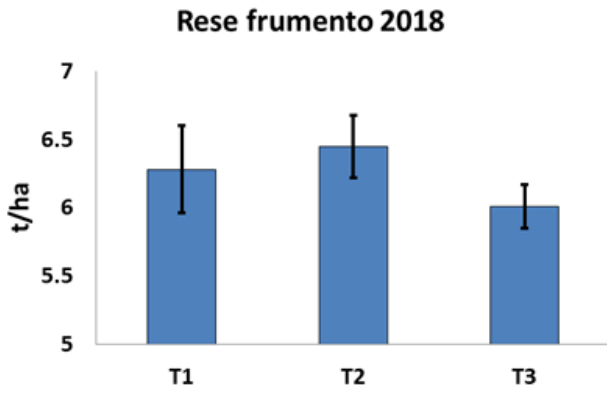


Figura 6 - Rese del frumento nelle diverse tesi (T1, T2 e T3). Le barre verticali rappresentano gli errori standard

Figura 7 - Semina del sorgo nelle stoppie del frumento

Figura 8 - Trifoglio con elevate presenza di infestanti poco prima della trinciatura a settembre 2018

Figura 9 - Sorgo al momento della sua raccolta nel settembre 2018

Figura 10 - Tesi T3: la cover crop di trifoglio copriva completamente il terreno quando è stato applicato il glifosate prima della semina della coltura

Figura 11 - 15 luglio 2019. La scarsa emergenza della coltura nelle parcelle T3 (a sinistra) e T1 (a destra) è dovuta alla siccità. Nelle parcelle T3 la cover crop è parzialmente ricresciuta dopo il trattamento con glifosate, con una limitata emergenza di infestanti

Figura 12 - 10 ottobre 2019: raccolta del sorgo. Sono state ottenute buone rese (30 t/ha di biomassa fresca) bassa presenza di infestanti e non sono state riscontrate differenze significative tra le tesi

era prevista la semina della cover crop autunnale, mentre nessun intervento era previsto per le parcelle della tesi T3 fino alla devitalizzazione nella primavera 2019 della cover crop di trifoglio traseminato. Purtroppo a causa di un prolungato periodo piovoso, la semina della cover crop autunnale è stata posticipata fino agli inizi di dicembre 2019. Questo ritardo ha notevolmente compromesso la produzione di biomassa da parte della cover crop. La cover crop di trifoglio traseminato è invece riuscita a coprire completamente il terreno durante l'inverno, raggiungendo una buona produzione di biomassa prima della terminazione (Figura 10).
Nel mese di aprile 2019 tutte le parcelle sono state trattate con glifosate per terminare le cover crop e pulire dalle eventuali infestanti presenti sul letto di semina della successiva coltura primaverile. Inizialmente era stato deciso di seminare mais da granella ma, essendo incerta la disponibilità di acqua durante la campagna 2019 a causa delle scarse precipitazioni invernali che hanno molto ridotto le riserve idriche del bacino di accumulo di Vallevecchia, è stato successivamente deciso di optare per il sorgo da insilato, coltura più rustica e con minori esigenze idriche. Il sorgo da insilato è stato quindi seminato in giugno 2019.
Diverse strategie di controllo chimico erano previste nelle tre tesi, con il doppio intervento di pre e post-emergenza per la T1, il solo post per la T2 e il post solo se necessario per la T3. Il periodo di siccità che ha seguito la semina del sorgo, con quasi nessuna precipitazione per tutto il mese di giugno, ha impedito l'utilizzo del diserbo di pre-emergenza. Quindi il solo post-emergenza (dicamba 150 g/ha, prosulfuron 15 g/ha) è stato applicato nelle

tesi T1 e T2 il 9 Luglio. Nelle parcelle della tesi T3 è stata osservata una minore emergenza di infestanti a causa della pacciamatura del terreno da parte dei residui della precedente cover crop di trifoglio (Figura 11). Quindi nessun erbicida è stato utilizzato per la tesi T3.
La prolungata siccità successiva alla semina ha rallentato e ostacolato l'emergenza anche della coltura e la densità finale non era ottimale. Nessuna differenza è stata osservata tra le tesi per questo aspetto. La coltura è stata raccolta il 10 ottobre 2019 con buone produzioni (30 t/ha di biomassa fresca con 70% di U.R.) nonostante le non ottimali disponibilità idriche in estate (Figura 12). La presenza di infestanti era limitata e localizzata nelle fallanze della coltura causate dalla mancata emergenza per la siccità. Nessuna differenza significativa è stata osservata tra le tesi relativamente alle rese o alla presenza di infestanti. Dopo la raccolta del sorgo, il trifoglio, che era rimasto allo stadio di 2-3 trifogliate sotto la vegetazione della coltura, ha ripreso la crescita e ha coperto il suolo delle parcelle T3.
Il 24 Ottobre 2019 le cover crop autunnali sono state seminate in tutte le parcelle: segale (*Secale cereale*, 160 kg/ha) per le tesi T1 e T2, avena strigosa (*Avena strigosa*, 60 kg/ha) per la T3. L'avena strigosa è stata seminata direttamente all'interno della biomassa del trifoglio senza devitalizzarlo in modo da aumentare la copertura del terreno durante l'autunno (Figura 13). L'avena strigosa, considerata tra le specie gelive, viene normalmente devitalizzata dal freddo invernale e quindi non si prevedevano interventi per terminarla nella primavera 2020. Le cover crops sono cresciute durante il periodo autunnale e invernale, ma purtroppo la semina relativamente tardiva ha limitato la loro produzione di biomassa prima della pausa invernale. Di conseguenza, l'avena strigosa è stata in grado di sopravvivere all'inverno e ha ripreso la sua crescita a partire dal Febbraio 2020 (Figura 15).
Al contrario il trifoglio, che era stato originariamente traseminato all'interno del frumento nel febbraio 2018, non ha superato il secondo inverno (Figura 15). Queste cover crops saranno quindi terminate mediante trattamento con glifosate (T1 e T2) o roller crimper (T3). Queste operazioni saranno condotte a fine Aprile 2020 prima della semina della prossima coltura da reddito che sarà la soia. Diverse strategie di controllo chimico sono previste nelle tre tesi, con il doppio intervento di pre e post-emergenza per la T1, il solo post per la T2 e il post solo se necessario per la T3.

Figura 13 - 24 ottobre 2019. Dopo la raccolta del sorgo il trifoglio ricopriva l'intera superficie delle parcelle T3 (a destra)

Figura 14 - 24 ottobre 2019. Semina diretta: di segale (*Secale cereale*, 160 kg/ha) per le parcelle T1 e T2, e avena strigosa (60 kg/ha) per le parcelle T3

Figura 15 - 18 febbraio 2020. Condizioni della cover crop alla fine dell'inverno: segale per le parcelle T1 e T2 (a destra) e avena strigosa (60 kg/ha) per le parcelle T3 (a sinistra)

Figura 16 - Seminatrice equipaggiata con ugelli per il diserbo localizzato utilizzata nella prova

Figura 17 - Il prototipo di sarchiatrice Maschio-Gaspardo

Figura 18 - Visore ottico per il riconoscimento delle file della coltura

WP4 – GESTIONE DELLE INFESTANTI IN MAIS CON RIDOTTO USO DI ERBICIDI UTILIZZANDO L'AGRICOLTURA DI PRECISIONE

Obiettivi

Considerando che le condizioni ambientali possono influire notevolmente sulla fattibilità e sull'efficacia dei mezzi di controllo meccanici e chimici, è opportuno mettere a punto una serie di strategie alternative per il controllo delle infestanti a ridotto uso di erbicidi per potersi adattare ad andamenti meteorologici diversi. Questo studio mira a valutare la fattibilità e l'efficacia di strategie di controllo delle infestanti del mais basate sulla distribuzione localizzata degli erbicidi lungo la fila e il complementare controllo meccanico nell'interfila. In particolare, gli obiettivi specifici di questo studio sono:

- valutare l'efficacia di un cantiere di lavoro tradizionale per il diserbo localizzato – diserbo lungo la fila con la seminatrice, seguito dalla sarchiatura;
- valutare l'efficacia di un cantiere di lavoro innovativo per il diserbo localizzato – diserbo lungo la fila e controllo meccanico dell'interfila operato da un prototipo di sarchiatrice con ugelli;
- valutare l'accuratezza e l'efficacia del prototipo di sarchiatrice con ugelli con interventi in fasi colturali successive o diverse ampiezze della fascia diserbata lungo la fila;
- confrontare l'efficacia delle strategie basate sul diserbo localizzato con quelle tradizionali di diserbo a pieno campo (sia pre che post-emergenza).

Il prototipo di sarchiatrice per il diserbo localizzato (Figura 16) utilizzato in questa prova è stato realizzato da Maschio Gaspardo e si basa sull'integrazione di tre tecnologie:

1. la guida semi-automatica del trattore con correzione RTK che sgrava l'operatore dall'incombenza della guida tra le file minimizzando gli scostamenti laterali;
2. la guida intelligente della sarchiatrice mediante un visore ottico (Figura 17) in grado di individuare le file della coltura e mantenere un posizionamento accurato dell'attrezzo mediante un sistema idraulico, permettendo di ridurre al minimo la parte non lavorata dell'interfila;
3. la distribuzione localizzata dell'erbicida lungo la fila mediante ugelli posizionati sul telaio della sarchiatrice (Figura 18) e con una centralina per il controllo del volume distribuito in base alla velocità di avanzamento e all'ampiezza della fascia trattata.

Risultati 2018-19

La prova di campo è stata condotta presso l'azienda agricola "La Fagiana" a Eraclea (VE). La prova si è svolta su un unico appezzamento e comprendeva quattro tesi:

- T1 – distribuzione a pieno campo di erbicidi di pre-emergenza (controllo aziendale 1);
- T2 – distribuzione localizzata di erbicidi di pre-emergenza con la seminatrice (cantiere tradizionale di distribuzione localizzata);
- T3 – distribuzione a pieno campo di erbicidi di post-emergenza (controllo aziendale 2);
- T4 - distribuzione localizzata di erbicidi di post-emergenza con la sarchiatrice (cantiere innovativo di distribuzione localizzata).

Per tutte le tesi era prevista la sarchiatura dell'interfila per il controllo delle infestanti e l'interramento dei concimi. Il disegno sperimentale era a blocchi randomizzati con tre repliche per tesi, con dimensioni della parcella: 150 m x 9 m = 1.350 m^2, e dimensione totale della prova circa 2 ha. La semina del mais è avvenuta il 19 aprile 2019 utilizzando un trattore con guida automatica RTK/GPS che ha realizzato la mappa delle file della coltura per garantire l'accuratezza delle operazioni successive.

Per la tesi T2, contestualmente è stata effettuata la distribuzione localizzata di erbicida di pre-emergenza (mesotrione 37,5 g/ha, S-metolachlor 312,5 g/ha, terbutilazina 187,5 g/ha, ampiezza banda trattata 25 cm e volume distribuito 100 L/ha) lungo la fila con la seminatrice (Figura 21).

Il giorno successivo è stata effettuata nelle parcelle della tesi T1, la distribuzione a pieno campo di erbicida di pre-emergenza (mesotrione 112,5 g/ha, S-metolachlor 937,5 g/ha, terbutilazina 562,5 g/ha, volume distribuito 300 L/ha) con una barra irroratrice. Un primo rilievo delle infestanti è stato effettuato il 30 maggio 2019 prima degli interventi di sarchiatura e di diserbo di post-emergenza, in modo da valutare l'infestazione iniziale nelle parcelle non ancora trattate (Figura 22). L'infestazione presente era costituita dalle tipiche malerbe primaverili-estive (*Abutilon theophrasti, Chenopodium album, Echinocloa crus-galli, Polygonum aviculare, Polygonum persicaria, Solanum nigrum* e *Sonchus asper*) con una densità complessiva di 15-20 piante/m^2.

L'intervento con il prototipo di sarchiatrice di Maschio-Gaspardo è stato effettuato il 7 giugno 2019 con la coltura alle 5-6 foglie nelle parcelle della tesi T4, effettuando una distribuzione localizzata di erbicidi di post-emergenza (tembotrione 30 g/ha, dicamba 80 g/ha, volume distribuito 100 L/ha). Il diserbo di post-emergenza a pieno campo delle parcelle della tesi T3 è stato effettuato lo stesso giorno (tembotrione 90 g/ha, dicamba 240 g/ha, volume distribuito 300 L/ha). Nei giorni successivi si è proceduto a sarchiare tutte le parcelle (con esclusione di quelle della T4 già sarchiate).

Un secondo rilievo delle infestanti è stato effettuato a circa un mese di distanza dal diserbo di post-emergenza (26 giugno 2019) in modo da valutare l'efficacia del controllo ottenuta con le diverse gestioni e poi in prossimità della raccolta (12 settembre 2019). Il mais è stato raccolto il 24

Figura 19 - Ugelli per il diserbo localizzato montati sul telaio della sarchiatrice

Figura 20 - Semina del mais con diserbo localizzato lungo la fila

Figura 21 - Dettaglio dell'ugello montato sulla seminatrice

Figura 22 - Presenza di infestanti prima della sarchiatura in interfila

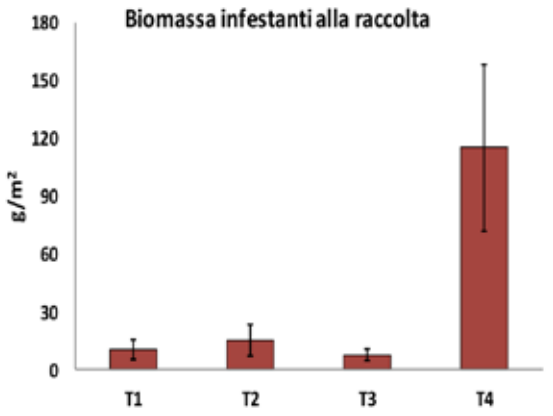


Figura 23 - Biomassa fresca delle infestanti. I valori sono medie di 3 replicazioni e le barre verticali rappresentano gli errori standard

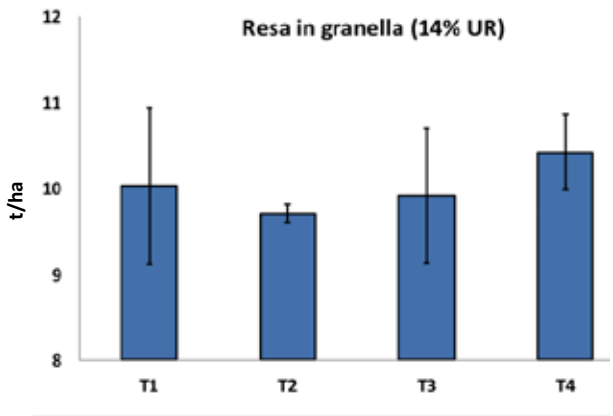


Figura 24 - Resa in granella di mais (al 14% di U.R.) di ciascuna tesi. I valori sono medie di 3 replicazioni e le barre verticali rappresentano gli errori standard

settembre 2019. Il diserbo di pre-emergenza, sia localizzato che di pieno campo, è risultato molto efficace. Sebbene il momento di distribuzione del diserbo di post-emergenza e della sarchiatura non fosse ottimale, il controllo delle infestanti è stato soddisfacente. Tuttavia alcune infestanti avevano una taglia eccessiva al momento della sarchiatura e sono sopravvissute al controllo meccanico nelle parcelle della tesi T4. La densità delle infestanti alla raccolta era quindi maggiore nelle parcelle T4, con un valore di 4-5 piante/m^2, mentre le densità minori, sotto alle 2 piante/m^2, sono state osservate nelle tesi con il diserbo a pieno campo (T1 e T3). Queste differenze si ampliavano quando veniva considerata la biomassa delle infestanti presenti: il valore misurato per la tesi T4 (115 g/m^2) era 10 volte maggiore di quello delle altre tesi (Figura 23).

Questo risultato era dovuto alla presenza di un numero limitato di infestanti di taglia elevata che erano sopravvissute alle operazioni di controllo in post-emergenza a causa della loro eccessiva taglia al momento dell'intervento. Tuttavia, non sono state individuate differenze significative tra le tesi riguardo alla resa del mais, con le medie che andavano da 9,7 a 10,4 t/ha di granella al 14% U.R. (Figura 24). La resa maggiore, come valore assoluto, è stata addirittura misurata per la tesi T4. Possiamo quindi concludere che le due tesi con il diserbo localizzato (T2 e T4) abbiano ottenuto un controllo delle infestanti tale da mantenere la loro competizione sotto il livello

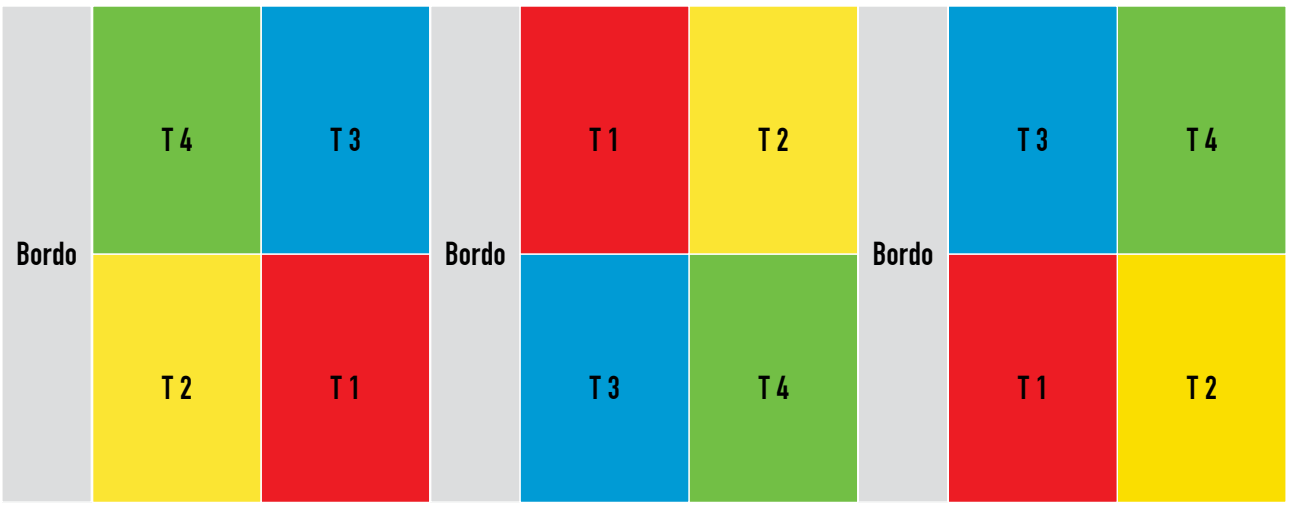


Figura 25 - Schema sperimentale della prova WP4 a Vallevecchia

Legenda
T1 Diserbo pre-emergenza di pieno campo distribuito con barra
T2 Diserbo pre-emergenza localizzato distribuito con seminatrice
T3 Diserbo post-emergenza di pieno campo distribuito con barra
T4 Diserbo pre-emergenza localizzato distribuito con prototipo di sarchiatrice Maschio-Gaspardo

Figure 26, 27, 28 e 29 - Immagini della giornata dimostrativa sull'agricoltura dimostrativa tenutasi il 26 giugno 2019 a Vallevecchia e presso l'azienda agricola La Fagiana

di danno economico per la coltura, nonostante le condizioni molto piovose della primavera 2019 avessero ritardato il diserbo di post-emergenza e ostacolato la sarchiatura.

Prova sperimentale 2019-2020

Considerando i risultati positivi ottenuti con la prova del 2018-19, nonostante le condizioni meteo non ottimali, è stato mantenuto lo stesso disegno sperimentale (Figura 25 e Tabella 2) per la prova del 2019-20 al fine di confermare i risultati promettenti nella prova precedente. La prova è stata realizzata presso l'azienda pilota "Vallevecchia" situata nel comune di Caorle (VE).

Materiali e metodi

La prova è stata svolta su tre appezzamenti adiacenti e comprendeva quattro tesi:

- T1 – distribuzione a pieno campo di erbicidi di pre-emergenza (controllo aziendale 1);
- T2 – distribuzione localizzata di erbicidi di pre-emergenza con la seminatrice (cantiere tradizionale di distribuzione localizzata);
- T3 – distribuzione a pieno campo di erbicidi di post-emergenza (controllo aziendale 2);
- T4 - distribuzione localizzata di erbicidi di post-emergenza con la sarchiatrice (cantiere innovativo di distribuzione localizzata).

Per tutte le tesi era prevista la sarchiatura dell'interfila per il controllo delle infestanti e l'interramento dei concimi. Il disegno sperimentale era a blocchi randomizzati con tre repliche per tesi, con dimensioni della parcella: 250 m x 14 m = 3.500 m^2 e dimensione totale della prova circa 4,5 ha. La semina del mais è avvenuta il 16 aprile 2020 utilizzando un trattore con guida automatica RTK/GPS che ha realizzato la mappa delle file della coltura per garantire l'accuratezza delle operazioni successive. Per la tesi T2 è stata contestualmente effettuata la distribuzione localizzata di erbicida in pre-emergenza (mesotrione 48,75 g/ha, S-metolachlor 406,25 g/ha, terbutilazina 243,75 g/ha, ampiezza banda trattata 25 cm, volume distribuito 100 L/ha) lungo la fila con la seminatrice (Figura 20).

Il giorno successivo è stata effettuata nelle parcelle della tesi T1, la distribuzione a pieno campo di erbicida in pre-emergenza (mesotrione 150 g/

ha, S-metolachlor 1250 g/ha, terbutilazina 750 g/ha, volume distribuito 300 L/ha) con una barra irroratrice. Quando il mais raggiungerà lo stadio BBCH 14-15 (4-5 foglie vere) verrà effettuato un diserbo localizzato di post-emergenza (nicosulfuron 20 g/ha, dicamba 64 g/ha, ampiezza banda trattata 25 cm, volume distribuito 100 L/ha) insieme alla sarchiatura dell'interfila nelle parcelle T4 utilizzando il prototipo della Maschio-Gaspardo. Nello stesso periodo sarà effettuato il diserbo di post-emergenza a pieno campo (nicosulfuron 60 g/ha, dicamba 192 g/ha, volume distribuito 300 L/ha) nelle parcelle T3 e successivamente la sarchiatura verrà realizzata in tutte le parcelle tranne quelle della tesi T4. I rilievi delle infestanti saranno effettuati prima degli interventi di post-emergenza, un mese dopo gli interventi e in concomitanza con la raccolta della coltura. In quel momento verrà anche misurata per ogni parcella la biomassa delle infestanti presenti e la resa in granella della coltura per confrontare l'efficacia del controllo delle infestanti ottenuto nelle diverse tesi.
Il 26 giugno 2019, l'azienda pilota Vallevecchia ha aperto le sue porte per accogliere una giornata dimostrativa sull'agricoltura conservativa, come già organizzato nel 2018. Questo evento ha offerto la possibilità di presentare il progetto IWMPRAISE agli agricoltori e ai consulenti agricoli e di vedere all'opera il prototipo di sarchiatrice della ditta Maschio-Gaspardo.
I partecipanti hanno potuto visitare anche il campo sperimentale dell'Azienda La Fagiana, presso la quale è stata temporaneamente spostata la prova sulla lotta integrata alle malerbe del mais con ridotto uso di erbicidi.

Sviluppi futuri

Le prove sperimentali a Vallevecchia proseguiranno per un totale di almeno 3 anni allo scopo di monitorare la loro evoluzione durante la fase di transizione e valutare nel medio periodo l'efficacia delle tecniche adottate. Saranno ancora organizzate giornate dimostrative per consentire il proficuo scambio di esperienze con gli agricoltori locali e i consulenti e i protocolli sperimentali saranno via via perfezionati in base ai risultati e alle indicazioni degli operatori.

Contatto:
Donato Loddo, CNR
donato.loddo@cnr.it - tel. 049 8272822

PROVE SPERIMENTALI PRESSO L'AZIENDA "LUCIO TONIOLO" DI LEGNARO

Consiglio Nazionale delle Ricerche

Figura 1 - Ubicazione della prova WP3 presso l'azienda "Lucio Toniolo"

L'azienda agraria sperimentale "Lucio Toniolo", di proprietà dell'Università degli Studi di Padova, è stata fondata nel 1960 e ha un corpo principale di 65 ettari a Legnaro (Padova) e un secondo corpo di 15 ettari a Pozzoveggiani (Padova) gestito in agricoltura biologica. Questa azienda è un centro sperimentale ma anche un'azienda commerciale che produce colture di pieno campo, latte e prodotti animali e vino biologico. Considerata la vicinanza con il campus di Agripolis a Legnaro, in cui ha sede la Scuola di Agraria e Medicina Veterinaria dell'Università degli Studi di Padova, in azienda hanno luogo regolari attività didattiche e dimostrative.

L'azienda è dotata di varie infrastrutture a supporto dell'attività di ricerca, quali serre e stalle sperimentali, e ospita alcune prove di campo di lungo periodo. Sono condotte in questa azienda ricerche in molti settori disciplinari e su molteplici tematiche, come ad esempio gli effetti nel lungo periodo di diversi sistemi agricoli, le misure di mitigazione (siepi, fasce tampone, zone umide e biobed) per ridurre l'inquinamento derivante da pesticidi o nutrienti, la gestione dei tappeti erbosi, la difesa delle colture e gestione delle infestanti, le colture di copertura, l'allevamento animale, la qualità degli alimenti.

Indirizzo:
Azienda agraria sperimentale "Lucio Toniolo"
dell'Università degli Studi di Padova
Via dell'Università, 4
35030 Legnaro (PD)
Coordinate GPS: 45°20'48.9" N, 11°57'00.3" E

Per informazioni e visite guidate contattare:
Donato Loddo
e-mail: donato.loddo@ibaf.cnr.it
tel: +39 049 8272822

WP3 – PROVA DI GESTIONE INTEGRATA DELLE INFESTANTI (IWM) SU FRUMENTO TENERO

Obiettivi

La prova mira a valutare la fattibilità e l'efficacia di metodi di controllo meccanico su frumento, considerando gli interventi autunnali e primaverili nelle condizioni ambientali del Nord Italia e dalla campagna 2018-19 viene anche sperimentata la fattibilità ed efficacia della tecnica della trasemina di cover crops (trifoglio) nel frumento Vengono confrontate strategie di gestione delle malerbe basate:

1)sul solo diserbo chimico (campagna 2017- 2018);
2)sulla combinazione di controllo chimico e meccanico;
3)sul solo controllo meccanico;
4) sul controllo meccanico più trasemina di trifoglio (campagna 2018-19, 2019-20).

In particolare, gli obiettivi specifici di questo studio sono:

- definire strategie di controllo meccanico delle malerbe su frumento in base alle specifiche condizioni pedo-climatiche, considerando i fattori limitanti di tipo aziendale e operativo;

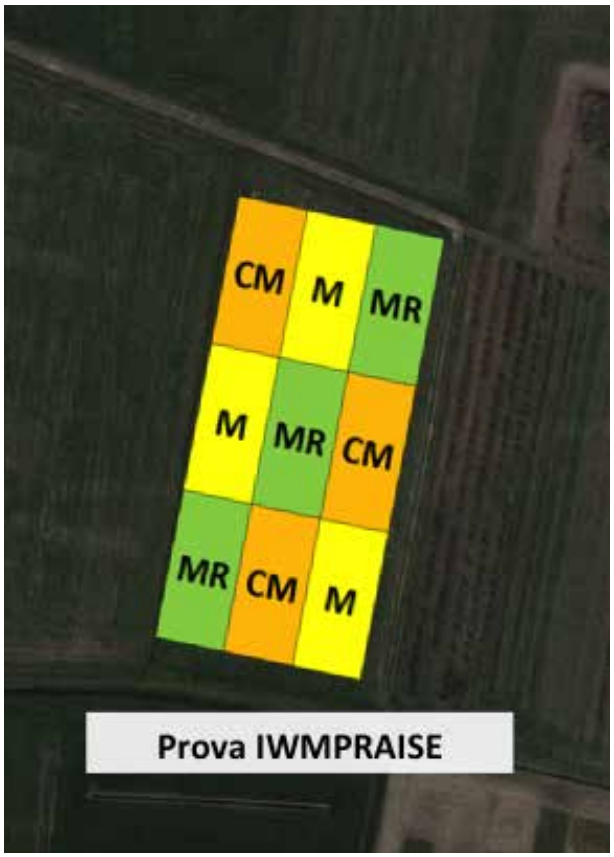


Figura 2 - Schema sperimentale della prova WP3

- ridurre l'impatto ambientale della gestione delle infestanti su frumento, riducendo o evitando l'utilizzo di erbicidi grazie all'adozione di efficaci strategie di controllo meccanico;
- valutare la fattibilità ed efficacia dell'utilizzo della bulatura del trifoglio nel frumento per facilitare l'impianto delle cover crops.

Materiali e metodi

Lo schema sperimentale utilizzato per la prova del 2018-19 è stato adottato anche per quella del 2019-20. Tale prova è stata realizzata presso il medesimo sito, l'azienda agraria sperimentale "Lucio Toniolo" a Legnaro (PD). La prova è stata allestita in un appezzamento in cui barbabietola e mais erano stati coltivati nei due anni precedenti. La prova comprende tre tesi, cioè tre diverse strategie di gestione delle infestanti:

1) Tesi CM: integrazione di controllo chimico e meccanico con falsa semina autunnale più applicazione di erbicidi di post-emergenza in primavera solo se necessario e cercando di ridurre l'uso di erbicidi;
2) Tesi M: controllo solo meccanico con falsa semina autunnale più erpice strigliatore a denti flessibili allo stadio di accestimento della coltura;
3) Tesi MR: controllo meccanico più bulatura che prevede la falsa semina autunnale, l'utilizzo dell'erpice strigliatore e la bulatura del trifoglio nel frumento.

La concimazione e la difesa da insetti e patogeni viene gestita nello stesso modo in tutte le tesi. Il disegno sperimentale è di tipo a blocchi randomizzati con tre repliche per tesi (dimensioni della parcella: 30 m x 10 m = 300 m^2, dimensione totale della prova: circa 5.000 m^2). Lo schema sperimentale è riportato in Figura 2.

Risultati della prova 2018-2019

Tenendo conto dei risultati ottenuti con la prova del 2017-18, il disegno sperimentale della prova 2018-19 è stato modificato per testare un altro strumento di lotta integrata alle malerbe, cioè la bulatura del trifoglio nel frumento, e per procedere nella direzione di una riduzione dell'uso di erbicidi nel frumento. Le tesi CM (integrazione di controllo chimico e meccanico) e M (solo controllo meccanico) sono state quindi mantenute, mentre la tesi C (solo controllo chimico) è stata sostituita dalla tesi MR (controllo meccanico + bulatura) che prevedeva falsa semina autunnale più erpice strigliatore a denti flessibili allo stadio di accestimento della coltura e trasemina del trifoglio nel frumento.

Durante il periodo della falsa semina (16 ottobre – 14 novembre 2018) l'andamento meteorologico è stato abbastanza piovoso ed è stata osservata una

notevole emergenza di infestanti, quindi la falsa semina ha avuto una buona efficacia. Il prolungato periodo piovoso ha però causato anche il ritardo di alcune settimane della semina del cereale.
Il 25 febbraio 2019 è stata effettuata la trasemina, prima distribuendo a spaglio il trifoglio (trifoglio violetto, 25 kg/ha di seme) nelle parcelle MR e poi passando l'erpice strigliatore nelle parcelle M e MR per interrare il seme ed eliminare eventuali infestanti presenti (Figura 3). La scarsità di precipitazioni nel mese di marzo 2019 ha rallentato l'emergenza del trifoglio, infatti le prime plantule sono state osservate tre settimane dopo la trasemina (Figura 4). Il diserbo è stato effettuato il 22 marzo nelle parcelle CM. Ridotta densità (meno di 10 piante/m^2) e biomassa di infestanti (meno di 20 g/m^2) è stata osservata in tutte le tesi. Buone rese (6,8-7,3 t/ha con 14% U.R.) sono state ottenute in tutte le tesi senza differenze significative (Figura 5).
La crescita del trifoglio è stata monitorata dopo la raccolta del cereale ma l'andamento meteorologico caldo e secco in giugno (in totale meno di 10 mm di pioggia) ha ostacolato la crescita della cover crop che a metà luglio ha prodotto una biomassa fresca inferiore a 0,5 t/ha. A causa di questo sviluppo stentato, l'abilità competitiva del trifoglio contro le infestanti è stata limitata ed è stato quindi necessario procedere con una trinciatura in agosto per eliminare le infestanti presenti ed evitare la loro disseminazione.

Prova 2019-2020

Nelle prove del 2017-18 e 2018-19 sono stati ottenuti risultati promettenti riguardo al controllo delle infestanti e alle rese del frumento con tutte le tesi confrontate, comprese quelle che prevedevano il solo controllo meccanico delle infestanti. La bulatura del trifoglio nel frumento (testata nella prova 2018-19) non ha avuto molto successo a causa del prolungato periodo freddo e piovoso in aprile-maggio, seguito poi da un giugno molto secco e caldo, che ha notevolmente ridotto la densità e la crescita del trifoglio. La tecnica della bulatura verrà nuovamente testata nella prova del 2019-20.
Subito dopo la raccolta della barbabietola a metà settembre 2019, il terreno è stato estirpato per prepararlo per la falsa semina. Dopo circa un mese, il 21 ottobre, il terreno è stato nuovamente lavorato con un erpice rotante per eliminare le infestanti emerse e per preparare il letto di semina. Il frumento è stato seminato il 23 ottobre. Il periodo in cui si è svolta la falsa semina (15 settembre – 21 ottobre) è stato abbastanza piovoso, favorendo l'emergenza delle infestanti. La falsa semina quindi è stata efficace.

Figura 3 - Dopo la trasemina del trifoglio su frumento (febbraio 2019), è stato usato un erpice strigliatore

Figura 4 - Plantule di trifoglio che emergono tra le file del frumento (marzo 2019)

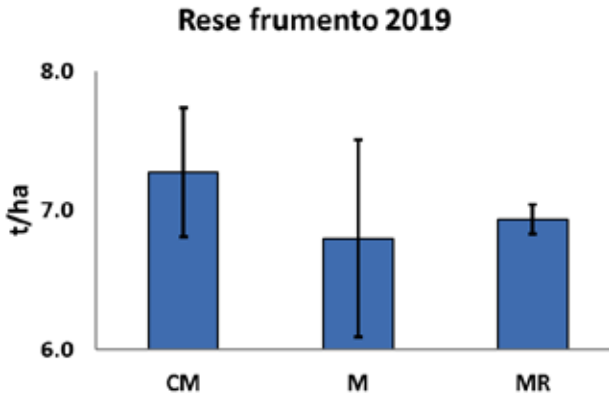


Figura 5 - Rese medie del frumento (14% U.R.) ottenute con le diverse strategie di controllo (CM integrazione di controllo chimico e meccanico; M solo controllo meccanico; MR controllo meccanico + bulatura). Le barre verticali rappresentano gli errori standard

Il primo rilievo delle infestanti è stato eseguito il 17 febbraio 2020, la densità delle malerbe era elevata con principalmente specie dicotiledoni, come *Lamium purpureum, Stellaria media e Veronica persica*, mentre *Poa annua* e *Alopecurus myosuroides* erano le principali graminacee presenti. Il 18 febbraio è stato distribuito a spaglio il trifoglio (trifoglio violetto, 25 kg/ha di seme) nelle parcelle MR e poi è stato effettuato un passaggio con l'erpice strigliatore nelle parcelle M e MR per interrare il seme ed eliminare eventuali infestanti presenti.
Il diserbo (mesosulfuron-methyl 15 g pa/ha-1 + iodosulfuron-methyl-sodium 3 g pa/ha) è stato condotto il 18 marzo 2020 nelle parcelle CM. Il secondo rilievo delle infestanti è stato effettuato al momento della fioritura del frumento per valutare il livello di controllo ottenuto con le diverse strategie ed infine sono state confrontate le rese della coltura ottenute nelle varie tesi (al momento di andare in stampa i dati non sono ancora disponibili). Lo sviluppo del trifoglio traseminato nel frumento sarà monitorato periodicamente e la biomassa prodotta verrà misurata dopo la raccolta del cereale.

Sviluppi futuri

Ogni strategia proposta per la progressiva riduzione dell'uso dei diserbanti e la loro sostituzione con il controllo meccanico, agronomico o colturale deve essere calibrata e adattata in base alle condizioni ambientali e tecniche agronomiche locali. Questo è particolarmente importante quando viene valutata la possibilità di introdurre tecniche innovative o comunque poco conosciute come nel caso della bulatura. Quindi attivare e mantenere uno scambio costante con gli agricoltori e i tecnici specializzati della zona è un aspetto cruciale.
Si prevede di utilizzare il sito sperimentale presso l'azienda agraria sperimentale "Lucio Toniolo" per organizzare visite tecniche e attività dimostrative. Inoltre si cercherà di sollecitare suggerimenti e indicazioni in tali occasioni per modificare o adattare la lista di tecniche e strumenti da testare nella prova del prossimo anno. A partire dal prossimo anno del progetto si cercherà di coinvolgere direttamente gli agricoltori con la finalità di realizzare presso un'azienda privata un'ulteriore prova in campo per testare strategie di gestione integrata delle malerbe su frumento.

Contatto:
Donato Loddo, CNR
donato.loddo@cnr.it - tel. 049 8272822

PROVE SPERIMENTALI PRESSO IL CENTRO DI RICERCHE AGRO-AMBIENTALI "E. AVANZI" (CIRAA)

Il centro di ricerche Agro-Ambientali "E. Avanzi" (CiRAA) dell'Università di Pisa è situato all'interno del parco regionale di "Migliarino, San Rossore, Massaciuccoli" e della riserva della biosfera "Selva Pisana". Con i suoi 500 ettari di superficie agricola coltivabile, è il più grande centro per lo studio di sistemi agricoli sostenibili d'Italia e uno tra i più grandi d'Europa.
Il CiRAA è stato fondato nel 1963 a seguito della donazione della tenuta "Tombolo" da parte della Repubblica Italiana all'Università di Pisa, con l'obiettivo di supportare le ricerche e la didattica delle aree di studio relative alle scienze veterinarie e agrarie. Il centro di ricerche è stato intitolato a Enrico Avanzi, illustre professore di agronomia e rettore dell'Università di Pisa dal 1947 al 1959.
Il CiRAA è coinvolto in numerosi progetti di ricerca e organizza regolarmente giornate dimostrative in cui partecipano ricercatori, tecnici e agricoltori locali, finalizzate al trasferimento di innovazioni e alla condivisione dei principali risultati ottenuti dalle prove sperimentali.
Le aree di ricerca in cui il CiRAA è coinvolto riguardano principalmente: pratiche agronomiche sostenibili, colture di copertura, difesa delle piante coltivate, controllo delle infestanti, agricoltura biologica, meccanizzazione agraria, allevamento zootecnico, qualità degli alimenti, bioenergie, economia agraria e impatto ambientale.
Per queste caratteristiche, il CiRAA è stato incluso dalla regione Toscana nella rete dei centri per il trasferimento delle innovazioni in agricoltura.
Data l'elevata superficie dell'azienda, parte di essa è impiegata per la produzione commerciale di cereali, foraggi e orticole.

Indirizzo:
Centro di Ricerche Agro-Ambientali
"Enrico Avanzi" (CiRAA)
Via Vecchia Marina, 6
56122 San Pietro a Grado (PI)
Coordinate GPS: 43°40'11.7"N 10°18'49.2"E

Per informazioni e visite guidate contattare:
Daniele Antichi
e-mail: daniele.antichi@unipi.it
tel. +39 050 2218962
Stefano Carlesi
e-mail: stefano.carlesi@santannapisa.it
tel. +39 050 883569

LTE – LONG TERM EXPERIMENT COVER CROPS

"LTE Cover crops" è una sperimentazione di lungo periodo iniziata nel 1993 con l'obiettivo di studiare sistemi agricoli più sostenibili e alternativi alla mono-successione del mais, pratica molto diffusa tra gli agricoltori locali del tempo.
La sperimentazione è iniziata mettendo a confronto due tipologie di gestione, convenzionale vs basso input, con l'introduzione dei sovesci all'interno di una monosuccessione di mais, con l'ipotesi di poter così diminuire la competizione della flora infestante e limitare l'utilizzo di input esterni come fertilizzanti ed erbicidi.
Dal 1998, dato il crescente interesse da parte degli agricoltori locali nei confronti della coltivazione di cereali autunno-vernini, nella prova è stato aggiunto il frumento, trasformando la rotazione in biennale mais-frumento.
Per la stessa ragione, dal 2007 è stato inserito il girasole, modificando la rotazione in quadriennale frumento-mais-frumento-girasole con sovesci intercalari tra la coltura autunno-vernina e quella primaverile-estiva. Per quanto riguarda la gestione dell'irrigazione, nel corso degli anni sono state eseguite solo irrigazioni di soccorso.

Obiettivi

L'obiettivo di questa prova è valutare l'effetto sul lungo periodo di due tipologie di gestione (convenzionale vs basso input), 4 livelli di fertilizzazione azotata della coltura principale e 4 tipologie di sovesci (*Brassica juncea, Trifolium squarrosum, Vicia villosa* e il controllo con flora spontanea) su: 1) qualità del suolo, 2) produttività delle colture e 3) dinamiche di popolazione della flora spontanea.

Materiali e metodi

Il disegno sperimentale di questa prova ha 4 repliche (blocchi) e 3 fattori: tipologia di gestione, fertilizzazione azotata, e tipologia di sovescio (Tabella 1).
CS = strategia convenzionale; LIS = strategia a basso input. La tabellina in basso a sinistra riporta i diversi livelli di fertilizzazione azotata utilizzati per frumento duro, mais e girasole

La tipologia di gestione è il fattore principale: convenzionale (CS), che prevede un'aratura annuale a 30 cm di profondità e basso input (LIS) che prevede l'utilizzo di un chisel a 30 cm di profondità prima della semina della coltura primaverile-estiva e la non lavorazione per la semina della coltura autunno-vernina.
I quattro livelli di fertilizzazione azotata sono inseriti all'interno dello schema sperimentale cambiando il quantitativo seconda delle esigenze di ogni coltura: 0,60, 120, 180 unità di azoto per ettaro per il frumento duro; 0, 100, 200, 300 per il mais; e 0, 50, 100, 150 per il girasole.
Le 4 tipologie di sovescio sono: controllo (C); *Brassica juncea* L. (Bj); *Trifolium squarrosum* L. (Ts); *Vicia villosa* Roth (Hv). I sovesci vengono seminati in autunno e devitalizzati in aprile, prima della semina del mais o del girasole. La devitalizzazione dei sovesci è chimica per la parte della prova

Figura 1 - Ubicazione della prova sperimentale LTE Cover Crop

FIELD 1		FIELD 2		FIELD 3		FIELD 4		FIELD 5		FIELD 6		FIELD 7		FIELD 8	
36 BJ	37 C	44 TS	45 Vv	52 C	53 BJ	60 TS	61 Vv	68 Vv	69 BJ	76 C	77 TS	84 BJ	85 Vv	92 Vv	93 C
35 C	38 BJ	43 BJ	46 TS	51 TS	54 C	59 Vv	62 BJ	67 C	70 TS	75 BJ	78 Vv	83 TS	86 BJ	91 C	94 TS
34 Vv	39 TS	42 Vv	47 C	50 BJ	55 Vv	58 C	63 TS	66 BJ	71 Vv	74 TS	79 C	82 Vv	87 C	90 TS	95 BJ
33 TS	40 Vv	41 C	48 BJ	49 Vv	56 TS	57 BJ	64 C	65 TS	72 C	73 Vv	80 BJ	81 C	88 TS	89 BJ	96 Vv
4 Vv	5 TS	12 C	13 Vv	20 BJ	21 C	28 TS	29 BJ	97 C	104 BJ	105 BJ	112 Vv	113 Vv	120 BJ	121 C	128 TS
3 BJ	6 C	11 Vv	14 BJ	19 TS	22 Vv	27 C	30 TS	98 Vv	103 TS	106 TS	111 C	114 BJ	119 Vv	122 Vv	127 BJ
2 TS	7 BJ	10 TS	15 C	18 C	23 TS	26 BJ	31 Vv	99 BJ	102 C	107 Vv	110 BJ	115 C	118 TS	123 TS	126 C
1 C	8 Vv	9 BJ	16 TS	17 Vv	24 BJ	25 Vv	32 C	100 TS	101 Vv	108 C	109 TS	116 TS	117 C	124 BJ	125 Vv
N0	N1	N2	N3	N2	N1	N0	N3	N0	N1	N2	N3	N2	N1	N0	N3
CS				LIS				CS				LIS			

FRUMENTO DURO		MAIS		GIRASOLE	
N0=	0 Kg/ha	N0=	0 Kg/ha	N0=	0 Kg/ha
N1=	60 Kg/ha	N1=	100 Kg/ha	N1=	50 Kg/ha
N2=	120 Kg/ha	N2=	200 Kg/ha	N2=	100 Kg/ha
N3=	180 Kg/ha	N3=	300 Kg/ha	N3=	150 Kg/ha

C = Controllo (no cover crop)
Bj = Brassica juncea
Ts = Trifolium squarrosum
Vv = Vicia villosa

I Blocco
II Blocco
III Blocco
IV Blocco

Tabella 1 - Schema sperimentale della prova di lungo periodo sulle Cover Crops

gestita in modo convenzionale (CS) e meccanica per quella a basso input (LIS).
Anche il controllo della flora infestante è gestito in modo differente sulla base del tipo di gestione: tramite diserbo chimico in pre-emergenza (per girasole) e post-emergenza (frumento e mais) per il sistema convenzionale, e tramite l'utilizzo dell'erpice strigliatore per il sistema a basso input.
Ogni anno, dal 1993, vengono eseguiti campionamenti che prevedono la raccolta della biomassa della parte aerea della coltura principale al momento della raccolta, la biomassa aerea dei sovesci al momento della loro devitalizzazione e la biomassa delle infestanti. Dal 2008 inoltre viene campionato anche il livello di copertura e la densità delle infestanti al momento di massimo sviluppo dei sovesci.

Risultati

Fertilità del suolo

Per la valutazione della fertilità del suolo, sono stati presi in considerazione la sostanza organica e l'azoto totale nei primi 30 cm di terreno. I dati raccolti dal 1993 al 2008 mostrano un significativo aumento di questi due parametri nella parte della prova gestita con la minima lavorazione (+17,3% e +10,4% rispettivamente in 15 anni).
Anche l'utilizzo dei sovesci ha mostrato un effetto positivo sulla fertilità del suolo, in particolare i sovesci di leguminose portano un significativo aumento della sostanza organica (+13,3%) e dell'azoto totale (+4,4%), mentre l'utilizzo di sovesci con specie non leguminose sembra non apportare benefici significativi rispetto al controllo (Mazzoncini *et al.*, 2011).
Per quanto riguarda la fertilità biologica del suolo, per il sistema a basso input è stato registrato in 15 anni un significativo aumento del tasso di respirazione del suolo (+44%) e della biomassa microbica (+71%) rispetto al controllo.
Anche per quanto riguarda i micro-artropodi del terreno, importanti bio-indicatori del livello di salute del suolo, è emerso che il sistema a basso input, rispetto al sistema convenzionale, era significativamente più ricco sia in termini di abbondanza che di diversità (Sapkota *et al.*, 2012).

Controllo infestanti

Dallo studio della composizione della comunità delle infestanti effettuato dal 2012 al 2015 è

Figure 2 e 3 - Sorgo nella primavera del 2018, notare come sia facile riconoscere le parcelle di sorgo con cover crops come coltura precedente (foto di Lorenzo Tramacere e Massimo Sbrana)

emerso che durante il ciclo di crescita dei sovesci la composizione della comunità delle infestanti cambia significativamente rispetto al controllo. Questi cambiamenti sembrano però non protrarsi nel tempo una volta che i sovesci vengono devitalizzati e durante il periodo di crescita delle colture principali sia estive che invernali.
La gestione a basso input, inoltre, sembra favorire la presenza di infestanti perenni rispetto a quelle a ciclo annuale per via del minor livello di disturbo che caratterizza questo tipo di gestione. In questo sistema, la biomassa totale delle infestanti è più alta. Questo implica la necessità di studiare possibili aggiustamenti alla gestione dei sovesci per evitare lo spostamento della composizione della comunità delle infestanti in direzioni che possano offuscare gli effetti positivi delle lavorazioni minime (Carlesi *et al.* 2015).

Lista delle pubblicazioni

- Bàrberi, P., & Mazzoncini, M. (2001). Changes in weed community composition as influenced by cover crop and management system in continuous corn. Weed Science, 49(4), 491-499.
- Carlesi S., Antichi D., Bigongiali F., Mazzoncini M., Bàrberi P. Long term effects of cover crops on weeds in Mediterranean low input arable management systems. 17th European Weed Research Society Symposium “Weed management in changing environments”, 23-26 June 2015, Montpellier, FRANCIA (Oral presentation)
- Iocola, I., Bassu, S., Farina, R., Antichi, D., Basso, B., Bindi, M., ... & Giglio, L. (2017). Can conservation tillage mitigate climate change impacts in Mediterranean cereal systems? A soil organic carbon assessment using long term experiments. European Journal of Agronomy, 90, 96-107.
- Lechenet, M., Deytieux, V., Antichi, D., Aubertot, J. N., Bàrberi, P., Bertrand, M., ... & Debaeke, P. (2017). Diversity of methodologies to experiment Integrated Pest Management in arable cropping systems: Analysis and reflections based on a European network. European journal of agronomy, 83, 86-99.
- Mazzoncini, M., Sapkota, T. B., Barberi, P., Antichi, D., & Risaliti, R. (2011). Long-term effect of tillage, nitrogen fertilization and cover crops on soil organic carbon and total nitrogen content. Soil and Tillage Research, 114(2), 165-174.
- Moonen, A. C., & Barberi, P. (2004). Size and composition of the weed seedbank after 7 years of different cover-crop-maize management systems. WeedResearch, 44(3), 163-177.
- Sapkota, T. B., Mazzoncini, M., Bàrberi, P., Antichi, D., & Silvestri, N. (2012). Fifteen years of no till increase soil organic matter, microbial biomass and arthropod diversity in cover crop-based arable cropping systems. Agronomy for Sustainable Development, 32(4), 853-863.

Coordinate GPS: 43°40’11.7”N 10°18’49.2”E

Contatti:
Daniele Antichi
e-mail: daniele.antichi@unipi.it
tel. +39 050 2218962
Stefano Carlesi
e-mail: stefano.carlesi@santannapisa.it
tel. +39 050 883569

PACCIAMATURA PERMANENTE DI LEGUMINOSE PER IL CONTROLLO DELLE MALERBE IN SISTEMI ORTICOLI BIOLOGICI

La competizione della flora infestante è uno dei principali fattori che determina importanti perdite produttive nei sistemi orticoli biologici.
In questi agro-ecosistemi, l'utilizzo di un'ampia rotazione colturale, di mezzi meccanici e il trapianto sono le strategie più efficaci per limitare la competizione delle infestanti nei confronti delle colture principali. Tuttavia, l'utilizzo di una o più di queste strategie, spesso, non è sufficiente per ottenere adeguati livelli di controllo.
Le colture di copertura (*cover crops*) leguminose, possono aiutare nel controllo delle infestanti durante tutta la rotazione colturale. In particolare, risulta interessante ed innovativo il loro utilizzo per creare una pacciamatura permanente su cui coltivare specie orticole tramite metodi di non o minima lavorazione (es. lavorazione a strisce).
La pacciamatura permanente di leguminose può essere ottenuta tramite l'utilizzo di specie perenni oppure annuali auto-riseminanti. Leguminose perenni possono creare una fitta pacciamatura di biomassa vivente che persiste anno dopo anno. Leguminose annuali auto-riseminati, invece, sono in grado di svilupparsi durante la stagione fredda formando una densa pacciamatura che rimarrà vitale fino al completamento del ciclo di crescita. Nei mesi estivi queste leguminose disseccano e la biomassa che rimane in campo costituisce una pacciamatura morta che può aiutare nel controllo della flora infestante. Queste leguminose, a fine estate, grazie alla loro capacità auto-riseminante sono in grado di germinare dai semi che hanno lasciato nel terreno la primavera precedente, iniziando un nuovo ciclo di crescita.
Uno dei principali fattori che determinano il successo di questo sistema riguarda la scelta della leguminosa da utilizzare per la formazione della pacciamatura permanente. Leguminose caratterizzate da una crescita assurgente e vigorosa, potrebbero infatti entrare in competizione con la coltura principale provocandone una perdita produttiva. Questa problematica nasce dal fatto che la disponibilità sul mercato di leguminose con le specifiche caratteristiche per questo sistema è limitata. In molti casi, le leguminose in commercio sono state selezionate per altri utilizzi (es. la produzione di elevata biomassa per foraggi), rendendole troppo competitive nei confronti delle colture orticole.
In questo studio valuteremo alcune leguminose poliennali e annuali auto-riseminanti per selezionare quelle più adatte per essere utilizzate come pacciamatura permanente in sistemi orticoli.

Obiettivi

L'obiettivo di questo esperimento è la selezione, tramite una valutazione agronomica, delle leguminose (annuali auto-riseminanti e perenni), più adatte a creare una pacciamatura permanente per sistemi orticoli biologici gestiti con minime lavorazioni.
L'elemento principale di valutazione sarà la loro capacità di contenere la flora infestante. Le leguminose saranno inoltre valutate da punto di vista morfologico e fenologico con l'obiettivo di selezionare le leguminose con caratteristiche tali da massimizzare la competizione nei confronti delle infestanti e minimizzare eventuali fenomeni di competizione con la coltura principale. In particolare, leguminose con crescita prostrata e caratterizzate da elevata biomassa, potrebbero essere delle buone candidate per questo sistema colturale.
Un esperimento aggiuntivo sarà condotto con l'obiettivo di estendere la selezione anche ad ecotipi. Ecotipi di leguminose infatti, non avendo subito alcun processo di selezione per caratteri produttivi, potrebbero avere le caratteristiche adatte per essere utilizzati in sistemi orticoli come pacciamatura permanente. Inoltre, gli ecotipi possono essere più adattabili per le condizioni pedo-climatiche locali in confronto con le cultivar commerciali che spesso sono selezionate in ambienti molto diverse dai nostri.

Materiali e metodi 2019

Questo esperimento è condotto a Pisa, all'interno dell'area biologica del centro di ricerche Agro-Ambientali "E. Avanzi" (CIRAA). Diciannove, tra cultivar ed ecotipi di leguminose, sono le parcelle da 4,5 m^2 testate, replicate per 4 volte.
Le leguminose sono state seminate nel novembre 2017, in un campo precedentemente arato a 25 cm e affinato con l'utilizzo di un erpice rotativo. La crescita e la fenologia delle leguminose sono state costantemente monitorate tramite rilievi visivi. La biomassa di leguminose e infestanti è stata raccolta durante 3 campionamenti eseguiti rispettivamente in primavera e autunno 2018 e in primavera 2019, ovvero in concomitanza dell'ipotetico momento del trapianto delle colture orticole estive e invernali.
Per quanto riguarda le leguminose auto-riseminanti è stata valutata anche la loro capacità di rigerminazione l'autunno successivo alla semina e la durezza dei semi (Figura 4).

Figura 4 - Valutazione della capacità auto-riseminante a settembre 2018 (foto di Federico Leoni)

In accordo con gli obiettivi di questo esperimento, le leguminose sono state divise in due gruppi e analizzate separatamente come segue:
Esperimento 1: sono state valutate 11 cultivar commerciali appartenenti a 5 tipologie di leguminose. Parcelle con la vegetazione spontanea sono state utilizzate come controllo (Tabella 2).
Esperimento 2: sono stati valutati 7 ecotipi e 3 cultivar commerciali di *M. polymorpha* (in comune con l'esperimento 1) (Tabella 3). Gli ecotipi provenienti dal centro Italia sono stati forniti dalla banca del germoplasma dell'istituto di miglioramento genetico dell'università di Perugia e dal Centro per lo Studio dei Pascoli Mediterranei (CNR-CSPM) di Sassari (Figura 5).

Risultati 2020

Risultati di questo esperimento confermano che l'utilizzo delle leguminose come pacciamatura permanente rappresenta uno strumento interessante per il controllo delle infestanti in sistemi orticoli biologici (Figura 6).
Durante i primi mesi di sviluppo, le leguminose annuali auto-riseminati hanno mostrato, in generale, un migliore controllo delle infestanti rispetto alle leguminose perenni. Le leguminose auto-riseminanti si sono infatti distinte per il rapido sviluppo e un'elevata produzione di biomassa durante le prime fasi di crescita attuando una maggiore competizione nei confronti delle infestanti.
L'anno successivo, nella primavera del 2019, le leguminose annuali auto-riseminanti e perenni pur avendo in media livelli di produzione di biomassa e copertura del suolo simili, hanno mostrato un diverso effetto nei confronti delle infestanti. Le leguminose perenni hanno ridotto in media

Legume species	Cultivars
Lotus corniculatus L.	Giada
Lotus corniculatus L.	Leo
Trifolium repens L.	Huia
Trifolium repens L.	Haifaa
Trifolium repens L.	RD84
Medicago polymorpha L.	Scimitar
Medicago polymorpha L.	Anglona
Medicago polymorpha L.	Mauguio
Trifolium subterraneum L.	Fontanabona
Trifolium subterraneum L.	Antas
Trifolium subterraneum L.	Dalkeith
Trifolium subterraneum L.	Campeda

Tabella 2 - Elenco delle leguminose utilizzate nell'esperimento 1

Legume species	Cultivars
Ecotypes	
Medicago polymorpha L.	Pitigliano (SI)
Medicago polymorpha L.	Manciano (GR)
Medicago polymorpha L.	Talamone (GR)
Medicago polymorpha L.	Principina (GR)
Medicago polymorpha L.	VIlla Salto (SS)
Medicago polymorpha L.	San Felice Circeo (LT)
Medicago polymorpha L.	Tarquinia (VT)
Commercial	
Medicago polymorpha L.	Scimitar
Medicago polymorpha L.	Anglona
Medicago polymorpha L.	Mauguio

Tabella 3 - Ecotipi e cultivar commerciali di *M. polymorpha* utilizzati nell'esperimento 2

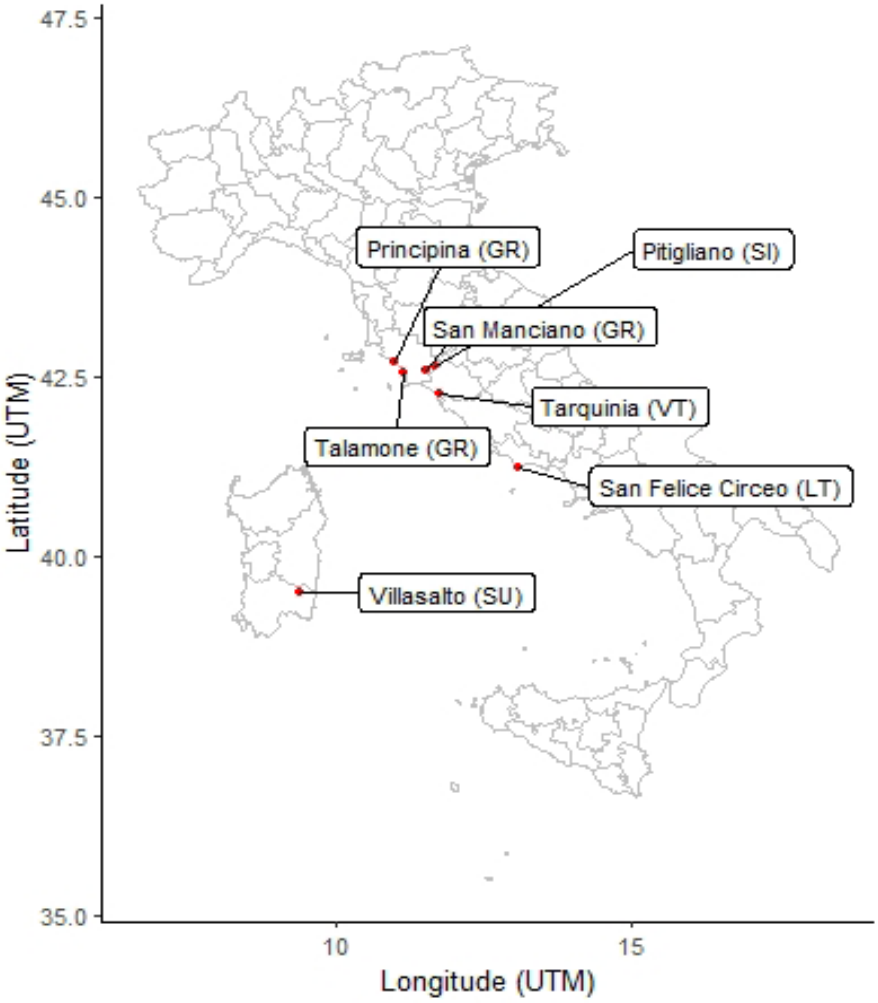


Figura 5 - Localizzazione degli ecotipi di *M. polymorpha* utilizzati nell'esperimento 2

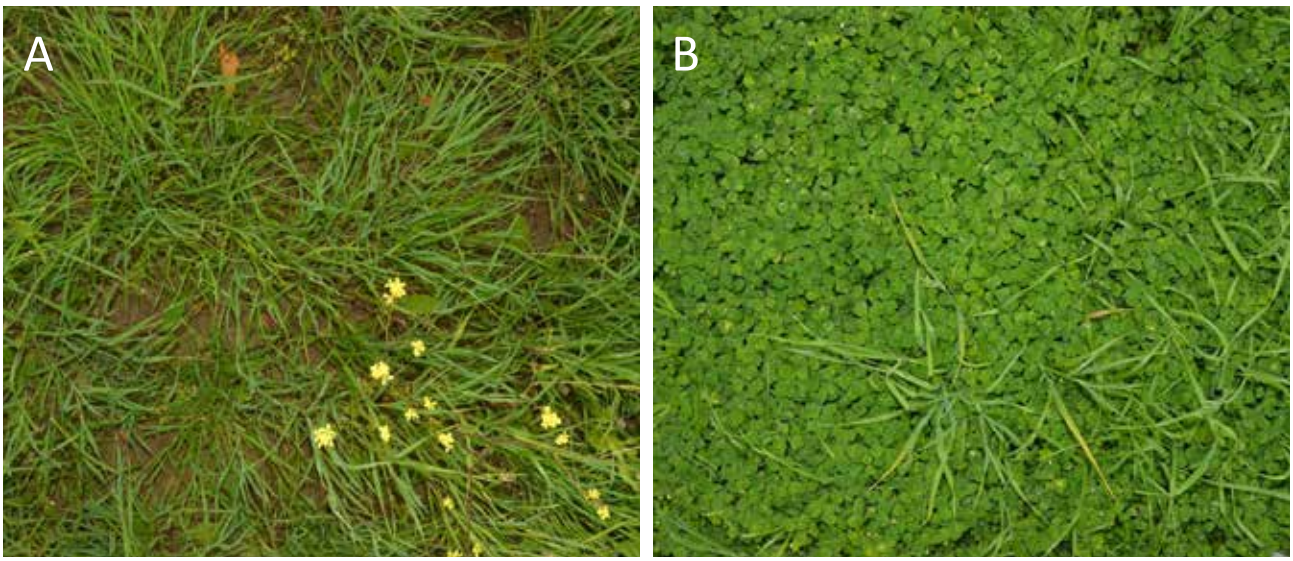


Figure 6A e 6B - A) Flora infestante nella parcella di controllo nella primavera 2018, B) Flora infestante presente nella parcella di *T. subterraneum* sub. brachycalicinum cv. Antas nella primavera 2018 (foto di Federico Leoni)

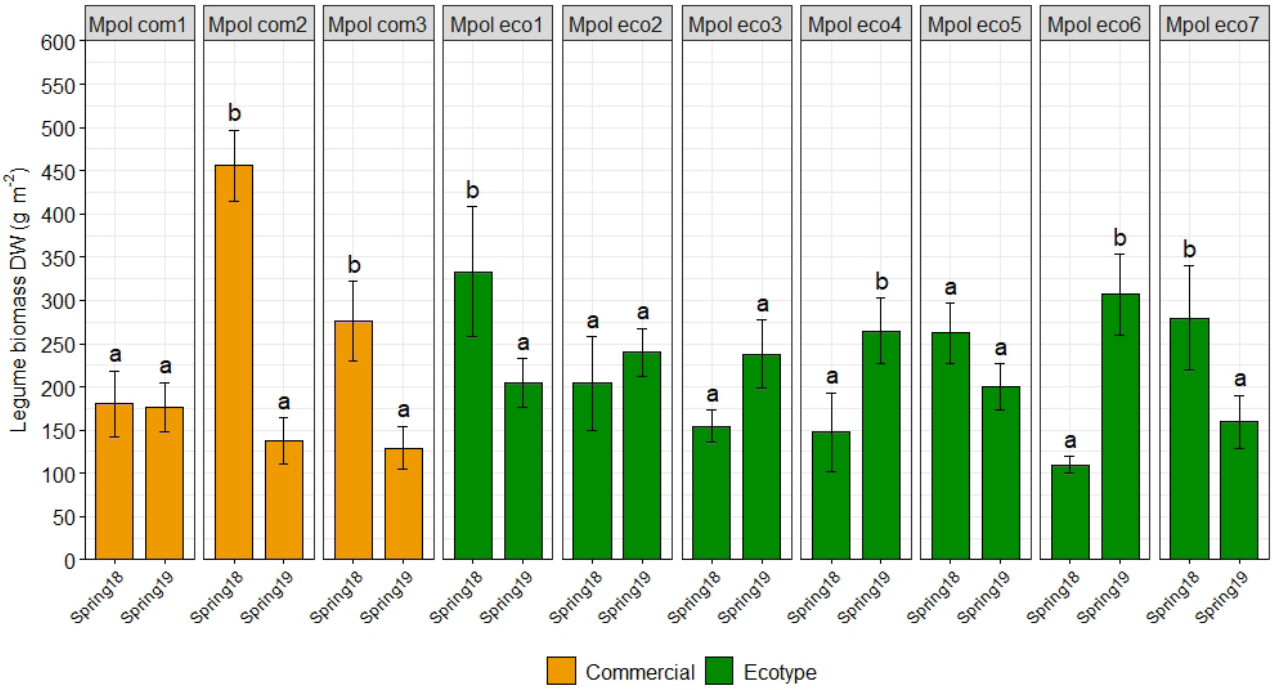


Figura 7 - Biomassa di *M. polymorpha* (ecotipi e cultivar commerciali) a maggio 2018 e maggio 2019

Legenda
Mpol com1: *M. polymorpha* cv. Mauguio, **Mpol com²**: *M. polymorpha* cv. Anglona, **Mpol com3**: *M. polymorpha* cv. Scimitar, **Mpol eco1**: *M. polymorpha* ecotipo Pitigliano (GR), **Mpol eco2**: *M. polymorpha* ecotipo San Manciano (GR), **Mpol eco3**: *M. polymorpha* ecotipo Talamone (GR), **Mpol eco4**: *M. polymorpha* ecotipo Principina (GR), **Mpol eco5**: *M. polymorpha* ecotipo Villasalto (SU), **Mpol eco6**: *M. polymorpha* ecotipo San Felice Circeo (LT), **Mpol eco7**: *M. polymorpha* ecotipo Tarquinia (VT).

del 40% la biomassa delle infestanti rispetto al controllo mentre nessun effetto significativo è stato osservato per le leguminose annuali auto-riseminanti. Questa differenza potrebbe essere spiegata dal diverso effetto che le due tipologie di leguminose hanno avuto sulle infestanti durante il periodo estivo precedente.
Durante il periodo estivo le leguminose perenni hanno ridotto in media del 70% la biomassa delle infestanti in confronto al controllo, grazie alla formazione di una densa pacciamatura di biomassa vivente. La pacciamatura morta delle leguminose annuali auto riseminanti, invece, non è risultata abbastanza densa da permettere un'efficace competizione nei confronti delle infestanti, incrementando la loro presenza l'anno successivo. Tra le leguminose auto-riseminanti *Trifolium subterraneum* subsp. brachycalicinum cv. Antas è stata l'unica cultivar che ha mostrato un controllo delle infestanti durante il periodo estivo paragonabile a quello delle leguminose perenni.
Per quanto riguarda il secondo esperimento di questo studio, non sono stati riscontrati effetti significativi in termini di controllo delle infestanti da parte di ecotipi e cultivar commerciali *M. polymorpha* durante la primavera del primo anno dell'esperimento (maggio 2018).
Nella primavera successiva (maggio 2019), alcuni ecotipi (es. Manciano (GR), Talamone (GR), Principina (GR), San Felice Circeo (LT)) hanno ridotto significativamente la biomassa delle infestanti rispetto al controllo mentre nessun effetto significativo è stato osservato per le cultivar commerciali.
La capacità di controllo delle infestanti da parte delle leguminose durante il secondo anno dell'esperimento è risultata positivamente correlata con i) la capacità delle leguminose di mantenere la loro biomassa anno dopo anno e ii) dalla capacità auto-riseminante.
Infatti, gli ecotipi che hanno ottenuto il miglior controllo della flora infestante (Talamone (GR), Principina (GR) e San Felice Circeo (LT)) hanno mostrato anche un consistente incremento della biomassa nella primavera 2019 in confronto con l'anno precedente (rispettivamente del 65, 125

e 200 %) (Figura 7) e una buona capacità auto-riseminante (rispettivamente al 65, 63 e 63%).
In generale, sulla base dei risultati ottenuti dagli esperimenti di questo studio, è stata osservata complementarietà nel tempo tra leguminose a perenni e annuali auto-riseminanti per quanto riguarda alcune caratteristiche (es. produzione di biomassa, copertura del suolo) rilevanti per un efficace controllo delle infestanti. L'utilizzo di queste due tipologie di leguminose e di ecotipi locali per la realizzazione di miscugli, potrebbe essere una soluzione interessante per l'ottenimento di una pacciamatura permanente che permetta un efficace controllo della flora infestante anno dopo anno.

Sito sperimentale: Centro di ricerche Agro-Ambientali "E. Avanzi" (CIRAA), San Piero a Grado (PI)
Coordinate GPS: 43°40'42.9''N, 10°20'05.9''E

Contatti:
federico.leoni@santannapisa.it
stefano.carlesi@santannapisa.it
camilla.moonen@santannapisa.it
tel. 050 883569

BULATURA DEL FRUMENTO CON LEGUMINOSE

Nella coltivazione dei cereali, la competizione delle infestanti e le carenze nutrizionali (in particolare quella azotata), sono i due principali fattori che determinano perdite produttive sia in termini quantitativi che qualitativi. La bulatura del frumento con leguminose è una pratica agronomica che influisce positivamente sulla disponibilità dei nutrienti e sul controllo della flora infestante a livello di rotazione colturale.
La bulatura consiste nella coltivazione di due o più colture contemporaneamente, durante parte del loro ciclo biologico. In questo studio colture leguminose saranno traseminate a fine inverno nel frumento già presente in campo e in fase di accestimento.
Lo sfasamento temporale dell'epoca di semina tra frumento e leguminosa garantisce un avvantaggiamento fenologico per il frumento, minimizzando il rischio di competizione da parte della leguminosa. I vantaggi legati a questa pratica agronomica riguardano:

(i) il mantenimento del livello produttivo del frumento evitando la competizione interspecifica con la leguminosa;
(ii) il mantenimento del suolo coperto con la leguminosa durante il periodo che intercorre tra la raccolta del frumento e la semina della coltura successiva (fino a 10 mesi per gli agroecosistemi mediterranei);
(iii) il controllo delle infestanti a livello di rotazione colturale.

Tuttavia, la semplice semina ritardata della leguminosa rispetto al frumento può essere insufficiente a evitare fenomeni di competizione: l'utilizzo di leguminose adatte per la bulatura con in frumento è essenziale per il successo di questa tecnica.
L'idiotipo di leguminosa da utilizzare in bulatura, infatti, deve avere caratteristiche specifiche, come ad esempio una rapida crescita durante i primi stadi di sviluppo, un portamento prostrato e una produzione di biomassa non eccessiva che garantisca un buon controllo della flora infestante e al tempo stesso non competa con la coltura principale.
Spesso risulta difficile trovare in commercio leguminose con queste caratteristiche, per questo motivo si rende necessaria una selezione specifica per questo sistema.

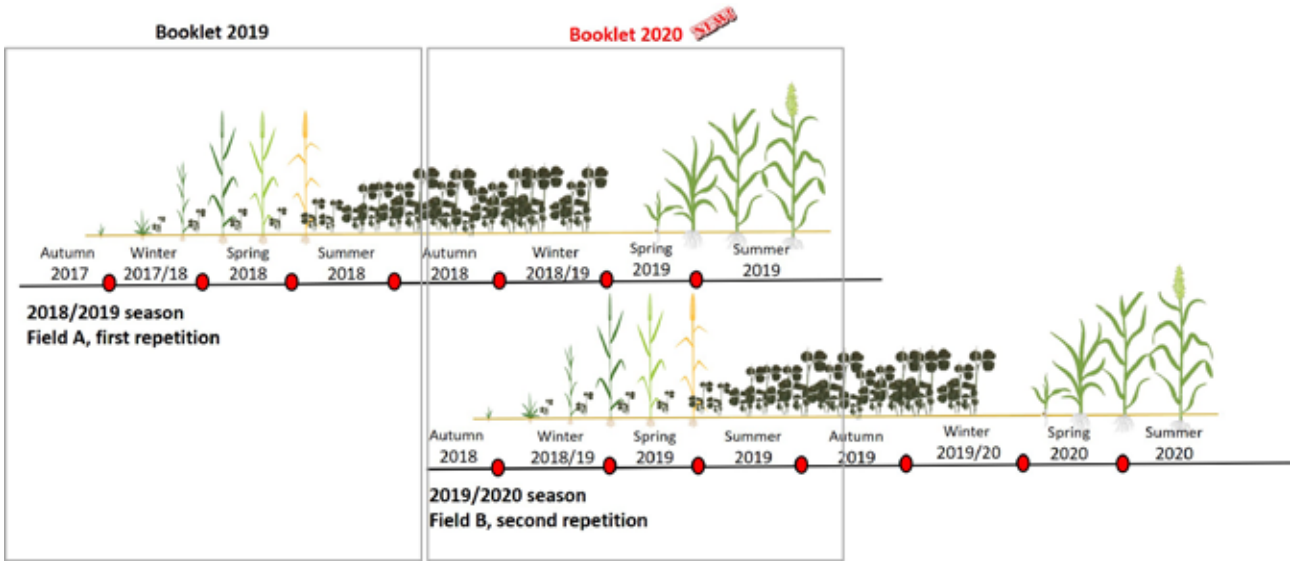


Figura 8 - Descrizione della prova sperimentale

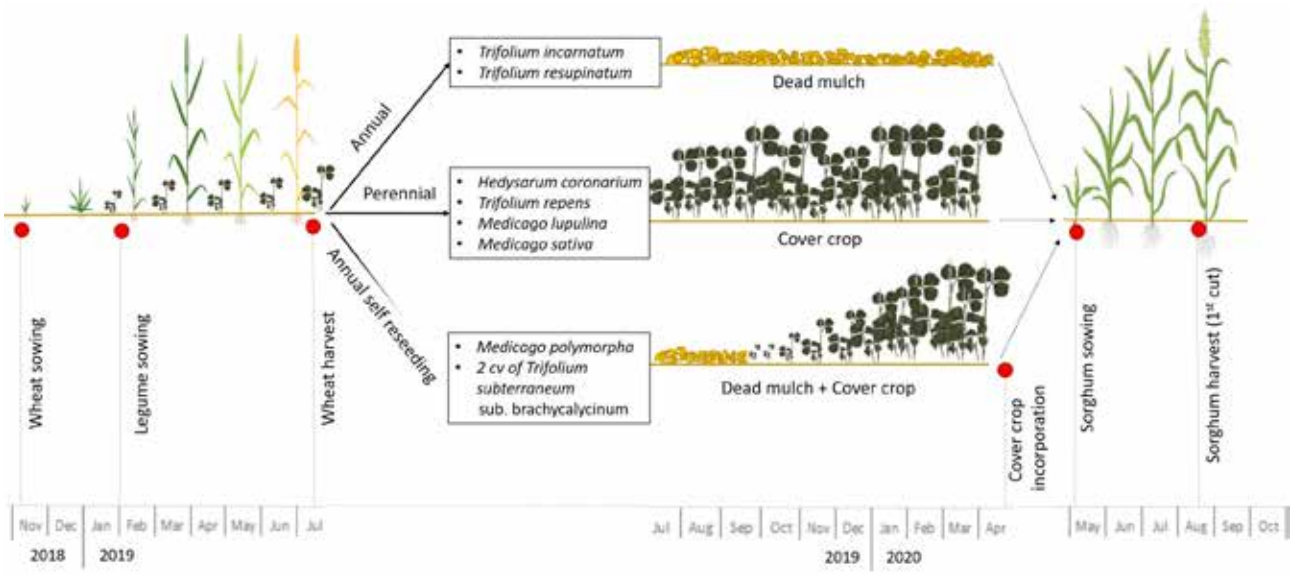


Figura 9 - Leguminose perenni, annuali e annuali auto-riseminanti utilizzate in bulatura con il frumento e il loro sviluppo fino alla coltura successiva.

Obiettivi

L'obiettivo di questo studio è la selezione e valutazione agronomica delle leguminose più adatte ad essere utilizzate in bulatura con il frumento nelle condizioni pedo-climatiche locali. In questo studio saranno valutati gli effetti della bulatura a livello di rotazione colturale.
Leguminose perenni, annuali e annuali auto-riseminanti possono essere utilizzate per la bulatura. Durante il periodo di consociazione le leguminose facenti parte di questi tre gruppi possono migliorare il controllo della flora infestante creando una pacciamatura viva tra le file del frumento. Dopo la raccolta del frumento, il meccanismo di controllo delle infestanti da parte delle leguminose cambia a seconda del loro ciclo biologico.
Ad esempio, le leguminose perenni, tradizionalmente utilizzate per la bulatura, dopo la raccolta del frumento possono essere utilizzate come colture da foraggio o pascolo per i 2-3 anni successivi, controllando efficacemente la flora infestante.
Le leguminose annuali auto-riseminanti sono in

Legume species	Cultivar	Note	Cycle	Sowing technique	Legume in test	
					2018/2019	2019/2020
Trifolium alexandrinum L.	Leila		A	row	✓	
Trifolium incarnatum L.	Kardinal		A	row	✓	✓
Trifolium resupinatum L.	Laser		A	row	✓	
Vicia villosa L.	Capello		A	row	✓	
Medicago polymorpha L.	Scimitar		ASS	row	✓	✓
Medicago truncatula L.	Paraggio		ASS	row	✓	
Medicago scutellata L.	Sava		ASS	row	✓	
Trifolium subterraneum L.	Antas	sub. brachycalicinum	ASS	row	✓	✓
Trifolium subterraneum L.	Mintaro	sub. brachycalicinum	ASS	row/broadcast	✓	✓
Trifolium subterraneum L.	Monti	sub. yanninicum	ASS	row	✓	
Trifolium subterraneum L.	EP 118subJ	sub. subterraneum	ASS	row	✓	
Madicago lupulina L.	Antas		P	row	✓	✓
Madicago sativa L.	Gamma		P	row/broadcast	✓	✓
Trifolium repens L.	Companion		P	row/broadcast	✓	✓
Hedysarum coronarium L.	Carmen		P	row	✓	✓
Control		Wheat as sole crop			✓	✓
No crop		Spontaneus vegetation only				✓

(A: leguminosa annuale; ASS: Leguminosa annuale auto-riseminante; P: leguminosa perenne)

Tabella 4 - Informazioni sulle leguminose utilizzate nell'esperimento

grado di rigerminare spontaneamente dai loro semi l'autunno successivo e funzionare come colture di copertura (cover crops) fino alla semina della coltura successiva, mentre, leguminose annuali possono aiutare nel controllo delle infestanti come pacciamatura morta fino alla coltura successiva.
Lo sviluppo delle leguminose, la popolazione delle infestanti, la produzione e qualità delle colture principali saranno monitorate costantemente dalla semina del frumento fino alla raccolta della coltura in successione (sorgo da foraggio).

Materiali e metodi 2019

Con la prospettiva di studiare l'effetto della bulatura del frumento con le leguminose a livello di avvicendamento e per replicare l'esperimento almeno per 2 annate agrarie consecutive, stiamo conducendo la prova su due campi (A e B, Figura 8).
Durante la stagione 2018/2019 abbiamo condotto la sperimentazione della bulatura nel campo A (605449.60 E, 4835806.55 N). Dopo la raccolta del frumento, le leguminose hanno continuato a coprire il terreno durante l'estate come pacciamatura morta (leguminose annuali e annuali auto-riseminanti) o come biomassa vivente (leguminose perenni). Durante l'autunno 2018, le leguminose auto-riseminanti sono rigerminate spontaneamente dai propri semi coprendo il suolo fino alla semina del sorgo (Figura 9).
Durante il mese di maggio 2019 la biomassa delle leguminose è stata interrata all'interno di ogni parcella. Successivamente è stato seminato il sorgo da foraggio (cv. Sugar Graze 2) con l'obiettivo di valutare l'effetto delle leguminose sulla coltura in successione.
Durante la stagione 2019/2020, l'esperimento è stato ripetuto nel campo B (608223.35 E, 4837815.98 N) (Figura 8). Sulla base dei risultati ottenuti dalla prima replicazione dell'esperimento, il numero di leguminose in prova è stato ridotto, eliminando le leguminose inadatte per la bulatura (es. *M. rotata, M. scutellata, M. truncatula*).
Durante la seconda replica dell'esperimento, sono state valutate 9 leguminose di cui annuali (*Trifolium incarnatum, Trifolium resupinatum*), annuali auto-riseminanti (*Medicago polymorpha*, 2 cultivars di *Trifolium subterraneum*) e poliennali (*Medicago sativa, Medicago lupulina, Trifolium repens, Hedysarum coronarium*) (Tabella 4). Inoltre, è stata aggiunta per ogni blocco una parcella con sola vegetazione spontanea con l'obiettivo di valutare il massimo potenziale di infestazione.
L'esperimento è stato organizzato con uno schema sperimentale a blocchi completamente randomizzati, con 4 repliche per ogni leguminosa ed il frumento in monocoltura come controllo.
L'area di ogni parcella è di 18 m^2 (3 x 6 m).
Dopo la preparazione del letto di semina (aratura a 25 cm seguita da erpice rotativo), è stato seminato nel dicembre 2018 il frumento duro cv. Minosse fornito da ISEA (partner company di IWMPRAISE) con distanza tra le file di 18 cm. Le leguminose sono state seminate a righe tra le file del frumento nel febbraio 2019, prima che il frumento iniziasse la fase di levata. *Medicago sativa, Trifolium repens* e *Trifolium subterraneum* cv. Mintaro sono state seminate sia a spaglio che a righe per valutare l'effetto della tecnica di semina su infestanti, leguminose e frumento (Tabella 4).

Risultati

I risultati riguardanti l'effetto delle leguminose in bulatura con il frumento durante la prima replicazione di questo esperimento (stagione 2018/2019) sono disponibili consultando le versioni precedenti dei booklet IWMPRAISE.
In questa edizione, saranno mostrati gli ultimi risultati disponibili riguardanti gli effetti delle leguminose in bulatura sul sorgo in successione (stagione 2018/2019) e la bulatura delle leguminose nel frumento della seconda replicazione dell'esperimento (stagione 2019/2020).

Stagione 2018/2019

Leguminose in bulatura con il frumento: effetti sul sorgo.

L'interramento della biomassa di alcune delle leguminose utilizzate in questo esperimento ha avuto un effetto positivo sulla produzione del sorgo (Figura 10). In particolare, il sovescio di *Hedysarum coronarium, Trifolium subterraneum* sub. *brachycalycinum, Medicago polymorpha, Trifolium repens, Vicia villosa* and *Medicago sativa* ha incrementato rispettivamente del 410%, 390%, 361%, 325%, 270%, 185% la biomassa del sorgo rispetto al controllo (Figura 11), raggiungendo livelli produttivi paragonabili a quelli ottenibili con la coltivazione convenzionale della stessa varietà di sorgo (700 DW g/m).
Le leguminose perenni, ad eccezione della *M. lupulina*, sono risultate adatte per essere utilizzate in questo sistema. Queste leguminose complessivamente hanno mostrato una vigorosa crescita dopo la raccolta del frumento che ha permesso di ottenere un efficace controllo delle infestanti fino alla semina della coltura in successione. Tra le leguminose annuali auto-riseminanti utilizzate durante la prima replica di questo esperimento, *Trifolium subterraneum subsp. brackycalicinum* e *Medicago polymorpha* sono risultate le più interessanti. Al termine della stagione estiva, queste leguminose sono germinate efficientemente dai semi che hanno rilasciato sul terreno la primavera precedente, formando una densa pacciamatura di biomassa vivente durante tutto il periodo invernale. Data la loro elevate produzione di biomassa, hanno limitato lo sviluppo delle infestanti ed influito positivamente sulla produzione del sorgo.
Per quanto riguarda le altre leguminose annuali auto-riseminanti (es. *M. rotata, M. scutellata, M. truncatula*), nonostante l'elevata produzione di semi, solo poche piante sono riuscite a germinare

Figura 10 - Sorgo da foraggio seminato dopo l'interramento delle leguminose. Questa foto evidenzia i diversi effetti delle leguminose sulla produzione e sul contenuto di azoto della biomassa del sorgo (foto di Federico Leoni)

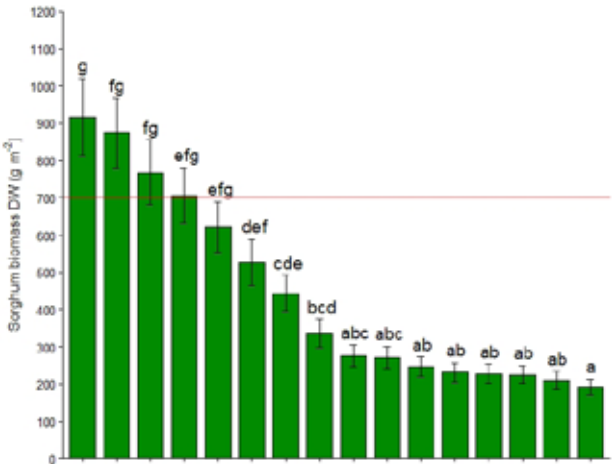


Figura 11 - Produzione del sorgo (DW g/m²)

Legenda
Tinc: *Trifolium incarnatum,* **Mscu***: Medicago scutellata,* **Mtru***: Medicago truncatula,* **CNT***: Frumento in monocoltura come coltura precedente,* **Tale***: Trifolium alexandrinum,* **Tres***: Trifolium resupinatum,* **Mlup***: Medicago lupulina,* **Tsub(4)***: Trifolium subterraneum subsp. subterraneum,* **Tsub(3)***: Trifolium subterraneum subsp. yianninicum,* **Msat***: Medicago sativa,* **Tsub(2)***: Trifolium subterraneum subsp. brachycalcinum cv. Mintaro,* **Vvil***: Vicia villosa,* **Trep***: Trifolium repens,* **Mpol***: Medicago polymorpha,* **Tsub(1)***: Trifolium subterraneum subsp. brachycalcinum cv. Antas,* **Hcor***: Hedysarum coronarium.*

l'autunno successivo, probabilmente per via dell'elevata produzione di semi duri.
In generale, le leguminose annuali durante il periodo di consociazione con il frumento non hanno prodotto un quantitativo di biomassa sufficiente a formare una densa pacciamatura di biomassa morta e contrastare lo sviluppo delle infestanti fino alla semina del sorgo.
Tra le leguminose annuali, l'autunno successivo alla raccolta del frumento la veccia (*Vicia villosa*) ha mostrato una buona capacità autoriseminante permettendo la crescita vigorosa di questa leguminosa durante il periodo invernale a vantaggio di un miglior controllo della flora infestante e del sorgo in successione.

Stagione 2019/2020

Leguminose in bulatura con il frumento: effetti sul frumento e controllo delle infestanti
I risultati della seconda replicazione di questo esperimento confermano che la semina ritardata delle leguminose permette di evitare fenomeni di competizione interspecifica con il frumento. Non sono state riscontrate differenze significative in termini di produzione e di contenuto proteico della

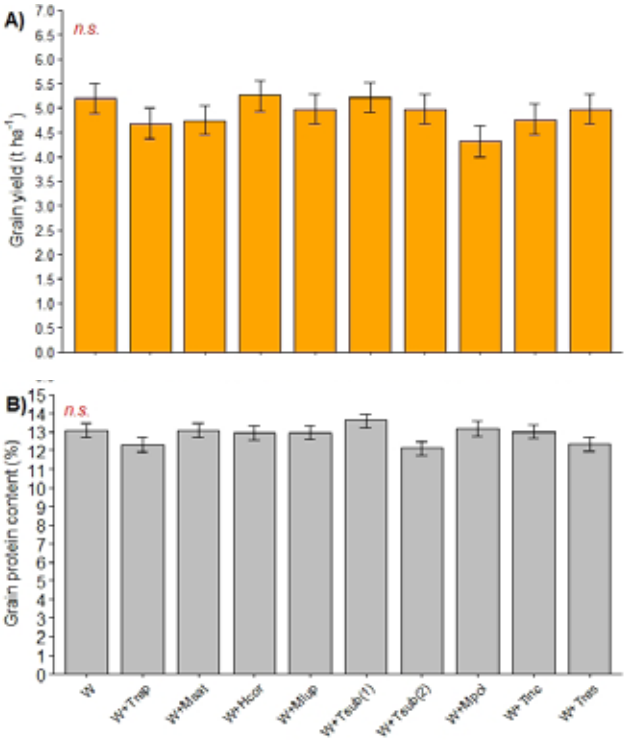


Figure 12A e 12B - Produzione del frumento (A, t/ha) e contenuto proteico della granella (B, %).

Legenda
W*: frumento in monocoltura,* **Trep***: Trifolium repens,* **Msat***: Medicago sativa,* **Hcor***: Hedysarum coronarium,* **Mlup***: Medicago lupulina,* **Tsub(1)***: Trifolium subterraneum subsp. brachycalcinum cv. Antas,* **Tsub(2)***: Trifolium subterraneum subsp. brachycalcinum cv. Mintaro,* **Mpol***: Medicago polymorpha,* **Tinc***: Trifolium incarnatum,* **Tres***: Trifolium resupinatum.*

granella tra frumento in bulatura ed il controllo (Figure 12A e 12B).
La produzione del frumento è stata in media di 5,35 t/ha mentre il contenuto proteico della granella è stato del 12,5%, perfettamente in linea con i livelli produttivi della zona.
La bulatura delle leguminose nel frumento (ad eccezione del *Trifolium repens*) ha permesso di migliorare significativamente il controllo della flora infestante (Figure 13A e 13B). In particolare, la presenza delle leguminose ha ridotto in media del 70% la biomassa delle infestanti rispetto al controllo (Figure 14A e 14B).

Ulteriori sviluppi

Abbiamo utilizzato e continueremo a mostrare queste prove sperimentali come campo catalogo da cui sviluppare con gli agricoltori della zona, nuove soluzioni di consociazione. Un gruppo di agricoltori

Figure 13A e 13B - Frumento in monocoltura (sinistra) e bulatura del frumento con *Medicago sativa* (destra). La presenza della leguminosa contrasta l'emergenza e la crescita delle infestanti (foto di Federico Leoni)

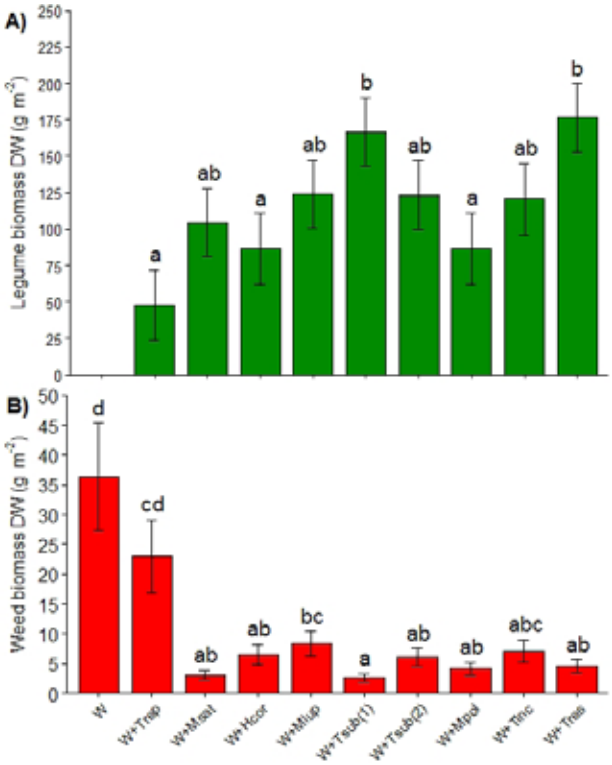


Figure 14A e 14B - Biomassa delle leguminose (A, DW g/m^2) e biomassa delle infestanti (B, DW g/m^2)

Legenda
W: frumento in monocoltura, **Trep**: *Trifolium repens*, **Msat**: *Medicago sativa*, **Hcor**: *Hedysarum coronarium*, **Mlup**: *Medicago lupulina*, **Tsub(1)**: *Trifolium subterraneum sub. brachycalcinum cv Antas*, **Tsub(2)**: *Trifolium subterraneum* sub. *brachycalcinum* cv *Mintaro*, **Mpol**: *Medicago polymorpha*, **Tinc**: *Trifolium incarnatum*, **Tres**: *Trifolium resupinatum*.

locali ha partecipato alla giornata dimostrativa organizzata a giugno 2018 presso il CIRAA, durante la quale hanno potuto osservare gli esempi pratici di consociazione presenti in questa prova. Questo evento è stata l'occasione per scambiare opportunità, sfide e criticità riguardo l'utilizzo della consociazione nei sistemi agricoli locali. Da questi scambi è nata la collaborazione con diversi agricoltori, tra cui i titolari dell'azienda La Viola e Floriddia con cui sono state organizzate delle prove sperimentali direttamente nelle loro aziende (vedi pagina 67 e 73).

Sito sperimentale: Centro di ricerche Agro-Ambientali "E. Avanzi" (CIRAA), San Piero a Grado (PI)
Coordinate GPS: 43°40'06.96''N, 10°18'31.49''E

Contatti:
federico.leoni@santannapisa.it
stefano.carlesi@santannapisa.it
camilla.moonen@santannapisa.it
tel. 050 883569

IMPIEGO DEL CUT-ROLLER DONDI COME ROLLER CRIMPER

Obiettivi

Il principale obiettivo di questa prova condotta "on-station" è di testare l'efficacia del "Cut-roller" (prodotto da DONDI S.p.A. e commercializzato come un trinciastocchi non azionato per la gestione dei residui colturali, (Figura 3) impiegato come roller crimper per la devitalizzazione meccanica di alcune delle più comuni colture di copertura invernali per i sistemi colturali. Oltre a perfezionare i parametri operativi (es. velocità di avanzamento) e la tipologia di lama da impiegare in funzione della coltura di copertura in atto, verrà prestata particolare attenzione alla soppressione delle malerbe e agli effetti di compattazione del suolo.

Materiali e metodi

Una ricerca di campo è stata avviata nel 2017 (Figura 16) ed è stata replicata per tre stagioni al Centro di Ricerche Agro-ambientali "Enrico Avanzi" dell'Università di Pisa (CiRAA), a San Piero a Grado (Pisa, Toscana). Tre differenti colture di copertura (segale - *Secale cereale* L.-, Veccia – *Vicia Villosa* Roth.-, miscuglio segale-veccia) sono state seminate il 28 ottobre 2018 su tre campi differenti di dimensioni 30 m x 200 m ciascuno (Figura 15). Le dosi di seme applicate sono 180, 120 e 90:60 kg ha^{-1} rispettivamente per segale in purezza, veccia in purezza e per il miscuglio di segale e veccia. L'inter-fila era di 15 cm. Ogni campo è diviso in 6 strisce larghe 3 m e lunghe 200 m. In ogni striscia, una combinazione di tipologia di lame (affilate termicamente e non affilate) e velocità d'avanzamento (5, 10, 15 km hr^{-1}) è testata per la terminazione della coltura di copertura, impiegata come pacciamatura morta per la semina su sodo della successiva coltura primaverile di sorgo da granella (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), avvenuta in data 5-6 giugno 2019 (Figura 15).
I parametri che sono valutati ogni anno sono:

- Biomassa e copertura del suolo prodotta dalle colture di copertura ai differenti stadi fenologici, e al momento della devitalizzazione
- Abbondanza e composizione delle malerbe ai vari stadi fenologici delle colture di copertura, e al momento della devitalizzazione
- Numero di piegature per stelo prodotte dal rullo da taglio sulle colture di copertura
- Tasso di devitalizzazione delle colture di copertura
- Spessore del pacciame
- Persistenza del pacciame nella successiva coltura primaverile di sorgo
- Soppressione delle malerbe nella coltura del sorgo
- Effetti sulla crescita e sulla resa del sorgo
- Compattamento del suolo
- Consumo energetico e indici economici

Figura 15 - Semina su sodo del sorgo su pacciamatura morta di segale il 6 giugno 2019

Figura 16 - Sperimentazione 2019/20 presso il CiRAA (43°39'34.72''N 10°18'06.26''E) (foto ©2020 Google)

Risultati preliminari (2019)

Nel secondo anno, abbiamo ottenuto ottimi risultati nella produzione di biomassa da parte delle colture di copertura, in particolare per la segale in purezza, che ha raggiunto ben 8,95 t s.s./ha, un valore statisticamente superiore al miscuglio (6,64 t s.s./ha) e alla veccia in purezza (4,60 t s.s./ha). Il miscuglio ha confermato le buone prestazioni

Figura 17 - Terminazione della segale con rullo Dondi nel 2019

Figura 18 - Stato di devitalizzazione della coltura di copertura della veccia due settimane dopo la data di rullatura nel 2019

Figura 19 - Piante di sorgo ben sviluppate su parcelle di veccia allo stadio di 6 foglie. Il pacciame morto di veccia è visibile sul terreno

mostrate nel 2017/18 in termini di soppressione delle infestanti, con un valore della sostanza secca totale delle infestanti all'epoca di terminazione delle colture di copertura di appena 0,20 t/ha. Questo valore è risultato significativamente inferiore a quelli degli altri due trattamenti colturali di copertura. Il rullo-trincia si è comportato molto bene in termini di efficacia di devitalizzazione delle colture di copertura, anche grazie alle fasi fenologiche tardive di segale e veccia (Figura 17). In media, l'emivita delle colture di copertura è stata molto più bassa (circa 1 giorno) del valore di circa 4,5 giorni dopo la data di cessazione, osservata nel primo anno; il 90% della percentuale di terminazione è stato raggiunto in una sola settimana (Figura 18). Quest'anno non è stato possibile valutare la percentuale di biomassa crimpata e tagliata in ciascuna coltura di copertura, poiché le piante di veccia non erano in buone condizioni dopo la rullatura e non era possibile distinguere tra biomassa crimpata e tagliata.
Il passaggio del rullo, sebbene abbia prodotto indentazioni profonde fino a 2,5 cm, non ha comportato una significativa compattazione del suolo. I valori del cone index a 15 cm di profondità misurati dal penetrometro hanno mostrato in media un aumento della resistenza alla penetrazione del suolo dopo la rullatura rispetto a prima del rotolamento. Ciò era particolarmente evidente nelle parcelle di veccia. Tuttavia, i valori non hanno raggiunto la soglia di compattazione del suolo (cioè 2000 kPa). L'effetto della tipologia della lama e della velocità di lavoro erano meno evidenti.
Le piante del sorgo seminato direttamente nella veccia e nelle parcelle del miscuglio hanno approfittato della maggiore disponibilità di azoto fornita dalla leguminosa attraverso la fissazione N2 e hanno mostrato fin da subito vantaggi sostanziali rispetto alle piante di sorgo delle trame di segale in assenza di fertilizzazione N (Figure 19 e 20) . Ciò è stato ben documentato dai valori SPAD, che erano più alti nelle parcelle di veccia e miscuglio rispetto alla segale in tutte e tre le date di campionamento. Al momento della raccolta, l'effetto del miscuglio e della veccia ha portato a una resa del sorgo significativamente più elevata (5,81 e 6,56 t/ha) rispetto alla segale, che ha prodotto una

Figura 20 - Piante di sorgo in fase di fioritura su parcelle di veccia.

ridottissima emergenza e crescita delle piante di sorgo (la resa in granella è stata di solo 0,55 t/ha). La soppressione delle erbe infestanti è stata molto buona in tutti i trattamenti, ma ha raggiunto i valori più alti nelle parcelle di veccia e miscuglio (0,33 t d.m./ha) e il più basso nelle parcelle di segale (0,90 t d.m./ha).

Sviluppi futuri

Gli ottimi risultati del rullo trincia come roller crimper ottenuti nel 2017/18 e nel 2018/19 sono stati chiaramente influenzati dalla data di devitalizzazione delle cover crop, dovuta anche alle condizioni umide in primavera. Il fattore chiave per aumentare la diffusione del rullo sarebbe invece un'efficacia di devitalizzazione elevata anche nelle prime fasi dello sviluppo delle colture di copertura. Tuttavia, il buon livello di resa di granella del sorgo ottenuto nei primi due anni nelle parcelle di veccia e miscuglio ha confermato che la data di semina tardiva non ha influenzato negativamente l'emergenza e la crescita del sorgo anche senza irrigazione.

Sito sperimentale: Centro di Ricerche Agroambientali "Enrico Avanzi" dell'Università di Pisa (CiRAA), San Piero a Grado (Pisa, Italia).
Coordinate GPS: 43°39'34.72''N, 10°18'06.26''E

Contatti:
christian.frasconi@unipi.it - tel. 050-2218922
daniele.antichi@unipi.it - tel. 050-2218962

GESTIONE BIOLOGICA E CONSERVATIVA DEGLI ORTAGGI DI PIENO CAMPO (SMOCA LTE)

Obiettivi

Per testare le performance agro-ambientali della combinazione tra le pratiche di agricoltura conservativa (es. non lavorazione o lavorazione in banda, suolo permanentemente coperto con pacciamatura viva) e quelle dell'agricoltura biologica (es. controllo non chimico delle malerbe, fertilizzazione organica e controllo biologico delle avversità) in produzione orticole di pieno campo, tre differenti sistemi colturali basati sulla stessa rotazione triennale (pomodoro da industria-radicchio-melone-fava-finocchio) ma con un decrescente livello di disturbo del suolo sono comparati in termini di rese colturali, costi colturali, fertilità del suolo ed abbondanza e composizione delle malerbe.

Materiali e metodi

I campi sperimentali sono situati presso il Centro di Ricerche Agro-ambientali "Enrico Avanzi" dell'Università di Pisa (CiRAA), a San Piero a Grado (Pisa, Toscana) (Figura 21). Qui, nell'inverno 2017-18 sono stati impostati 3 differenti sistemi colturali (ORG, RED, PER) che saranno comparati con un approccio di sistema per tre anni. ORG è principalmente basato sulle pratiche standard dell'agricoltura biologica, come la lavorazione annuale del suolo, l'interramento dei sovesci e dei residui colturali, la fertilizzazione organica, il controllo meccanico e termico delle malerbe. RED è basato sulla copertura permanente del suolo con una coltura di copertura perenne (una varietà nana di trifoglio bianco), lavorazione in banda effettuata lungo il solco di semina, utilizzo ridotto di fertilizzanti organici. PER, che è impostato su una parcella gestita con la non lavorazione nei 3 anni precedenti, è basato sulla copertura permanente del suolo con il trifoglio bianco, abbinata in questo caso al trapianto su sodo degli ortaggi, mentre la fertilizzazione è ridotta ad un livello minimo e include anche l'utilizzo di formulati micorrizici.
Il disegno sperimentale è a blocchi completamente randomizzato (RCB) progettato su 3 repliche con un totale di 18 parcelle delle dimensioni di 3 m di larghezza per 21 m di lunghezza ciascuna. Al fine di dimezzare il tempo necessario a replicare due volte l'intera rotazione colturale, il campo sperimentale è stato originariamente diviso in due parti, che ospitano ciascuno i due segmenti della rotazione colturale.
I parametri che verranno valutati ogni anno sono:

- Biomassa e copertura del suolo prodotta da colture di copertura e da reddito (es. resa e residui) a maturità
- Assorbimento di nutrienti di colture da reddito e di copertura
- Colonizzazione delle radici da parte di funghi micorrizici arbuscolari
- Azoto fissazione per le leguminose
- Abbondanza e composizione delle malerbe nelle colture di copertura e da reddito
- Parametri chimici, fisici e biologici della fertilità del suolo
- Qualità reologica delle produzioni colturali
- Consumo di energia e costi di ogni operazione colturale

Risultati preliminari

La sperimentazione è iniziata con pomodoro (*Solanum lycopersicon* cv. *Brixsol*) e melone (*Cucumis melo* cv. Bacir) nel 2017/18, con risultati non buoni in termini di soppressione delle infestanti e resa delle colture per entrambe le specie. Nel 2018/19, dopo il pomodoro, il radicchio pandizucchero (*Cichorium intybus* Pan di Zucchero cv. Uranus) è stato trapiantato all'inizio dell'autunno e raccolto a dicembre 2018. Il melone è stato seguito da fava (*Vicia faba* var. *Major*), seminata a gennaio 2019. Per il radicchio, abbiamo ottenuto buoni risultati di resa in tutti i trattamenti, con PER che ha mostrato la massima resa (38,06 t s.f./ha), sebbene non statisticamente differente da ORG e RED. Il livello di biomassa delle infestanti al momento della raccolta era in media molto basso (0,11 t s.s./ha), sebbene il living mulch del trifoglio bianco non fosse ben sviluppato (copertura del suolo del 15% circa) in PER e RED. Per la fava, abbiamo osservato risultati migliori per ORG e poi RED, mentre PER ha ottenuto la resa più bassa (-87,5% rispetto a ORG e -50% rispetto a RED). Ciò era probabilmente dovuto al cattivo sviluppo del sistema radicale e alla scarsa attività dei noduli radicali (aspetti tuttavia non valutati).
Dopo il radicchio, nel campo 1 a maggio 2019 è stato trapiantato il melone, raccolto ad agosto 2019 (Figura 22). I risultati hanno confermato quelli del primo anno, con un livello molto basso di resa dei frutti in tutti e tre i sistemi a causa della presenza molto elevata di erbe infestanti (5, 7 e 8 t s.s./ha, rispettivamente per ORG, PER e RED), in particolare di specie estive come *Echinocloa crus-galli, Digitaria sanguinalis, Setaria viridis, Cynodon dactylon*). Il trifoglio, anche se riseminato nella primavera del 2019, non è sopravvissuto alla raccolta del melone (Figura 23). Per il finocchio (*Foeniculum vulgare* L. cv. Montebianco) cresciuto nell'autunno 2019 nel campo 2 dopo fava, i risultati di resa in grumoli ottenuti in PER (4,31 s.f./ha) erano significativamente inferiori rispetto a RED e ORG (10 t s.f./ha, in media) (Figura 24). La biomassa delle infestanti al momento del raccolto era molto simile tra i tre sistemi e accettabile comunque (~ 1 t s.s./ha), il che significa che

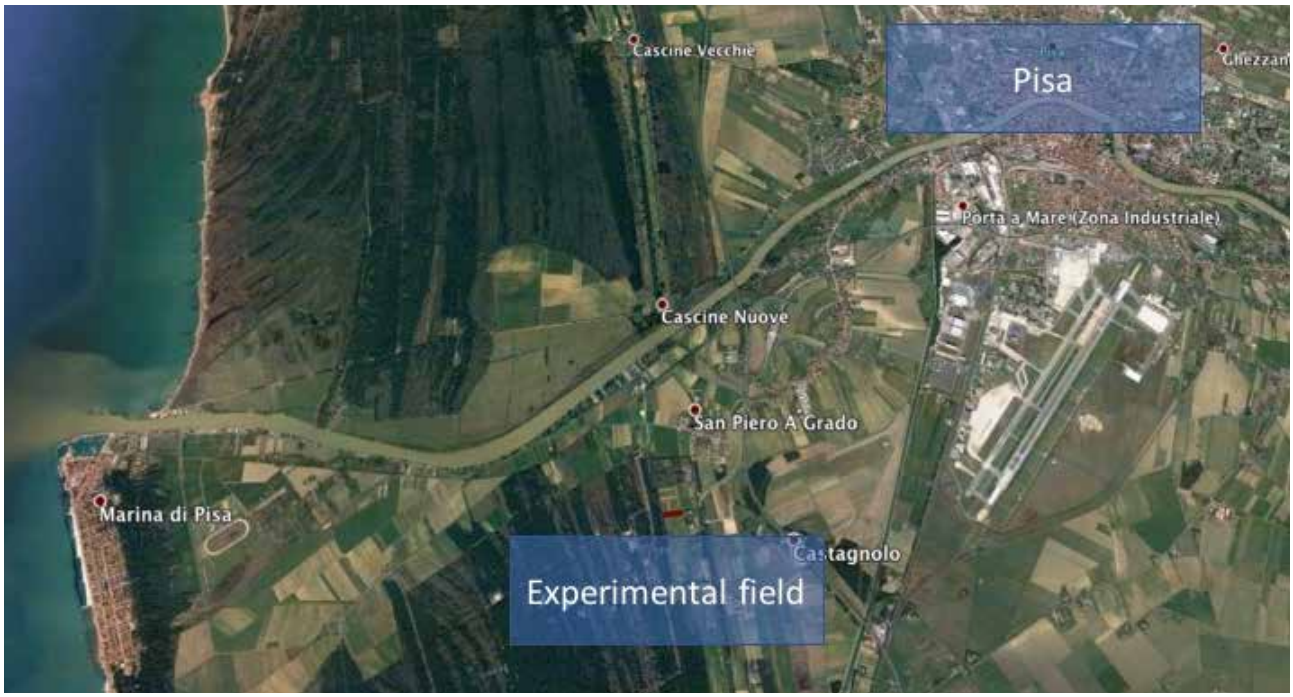


Figura 21 - Campo sperimentale 2019/20 presso il CiRAA (43°40'18.47''N, 10°20'40.25'' E) (foto ©2017 Google)

Figura 22 - Melone infestato nel sistema ORG nel 2019

Figura 23 - Ricrescita parziale del trifoglio bianco dopo la raccolta del melone nell'autunno 2019

Figura 24 - Finocchio nel sistema PER nel 2019

il motivo principale alla base della differenza nella resa delle colture era diverso dal grado di infestazione.

Sviluppi futuri

Nel 2019/20 continueremo a testare i tre trattamenti su fava, pomodoro, cicoria e finocchio. Allo stesso tempo, inizieremo delle prove on-farm in 3 aziende agricole biologiche della provincia di Pisa all'interno di un gruppo operativo EIP chiamato "AMORBIO", che sarà collegato a IWMPRAISE. Le soluzioni da testare per ottenere un controllo delle infestanti soddisfacente saranno:

- un film pacciamante innovativo, di spessore elevato e biodegradabile da utilizzare per coprire il suolo per più di una coltura, rendendo così possibile ottenere una copertura del suolo permanente;
- combinazione di living mulch e dead mulch per proteggere il terreno dalle erbacce senza scerbatura manuale nelle apporcature.

Sito sperimentale: Centro di Ricerche Agro-ambientali "Enrico Avanzi" dell'Università di Pisa (CiRAA), San Piero a Grado (Pisa, Italia)
Coordinate GPS: 43°40'18.47'' N, 10°20'40.25''E

Contatti:
christian.frasconi@unipi.it - tel. 050-2218922
daniele.antichi@unipi.it - tel. 050-2218962

CONFRONTO TRA DIVERSE MODALITÀ DI GESTIONE DEL LIVING MULCH DI TRIFOGLIO BIANCO

Obiettivi

L'obiettivo principale di questa prova on-station è quello di testare diverse tecniche di gestione della varietà nana Pipolina di trifoglio bianco (*Trifolium repens* L. var. Pipolina) coltivata come living mulch per due colture orticole di pieno campo in rotazione, ossia cavolfiore. (*Brassica oleracea* L. var. botrytis) e melanzana (*Solanum melongena* L.).

Materiali e metodi

Il campo sperimentale è situato presso il Centro di Ricerche Agro-ambientali dell'Università di Pisa "Enrico Avanzi" (CIRAA) a San Piero a Grado (Pisa, Toscana) (Figura 25). Nella ricerca sono posti a confronto tre diversi trattamenti (i.e. controllo senza coltura di copertura e basato su lavorazione

convenzionale; sistema basato su living mulch con gestione del trifoglio a mezzo di pirodiserbo; sistema basato su living mulch, regolarmente tenuto sfalciato). In Ottobre 2018 è stata eseguita la semina del trifoglio alla dose di 100 kg/ha. Nella primavera 2019, il trifoglio è stato regolarmente pirodiserbato o sfalciato in modo da contenerne la crescita prima del trapianto su sodo del cavolfiore (su terreno lavorato nel controllo), avvenuto in agosto 2019. La densità di trapianto del cavolfiore è stata piuttosto bassa (sesto di impianto di 0,8 m x 1m) al fine di facilitare le operazioni meccaniche di sfalcio e pirodiserbo. Anche con la coltivazione in atto, il living mulch e le infestanti sono stati controllati a mezzo di pirodiserbo o sfalcio (una volta a settimana per lo sfalcio, tre volte nell'intero ciclo colturale per il pirodiserbo) (Figura 26). Nel controllo, invece, le piante infestanti sono state controllate a mezzo di sarchiatura (due volte nell'arco dell'intero ciclo colturale). La raccolta è avvenuta manualmente il 4 dicembre 2019 (Figura 27).
Il disegno sperimentale è un blocco randomizzato (RCB) ad un fattore con tre replicazioni, per un totale di 9 parcelle delle dimensioni di 5,6 m di larghezza per 20 m di lunghezza. Il campo è suddiviso in due metà. In una metà, si è coltivato il cavolfiore nel 2018/19 e in successione sarà coltivata la melanzana nel 2019/20. Nell'altra metà, invece, la sperimentazione è stata avviata nell'autunno 2019 con la semina del trifoglio e proseguirà nel 2020 con il trapianto del cavolfiore.
Ogni anno, sono determinati I seguenti parametri:

- Biomassa e copertura visive del suolo da parte della coltura di copertura, infestanti (per specie) ed ortaggi (biomassa totale, residui e prodotto commerciale);
- Costi energetici e monetari delle operazioni colturali.

Risultati preliminari

La resa commerciale del cavolfiore nel controllo lavorato è stata mediamente superiore del 42% rispetto ai sistemi basati su living mulch e non lavorazione. Il sistema basato sullo sfalcio periodico del trifoglio è risultato superiore per resa (+23%) e controllo delle infestanti (-375% biomassa delle infestanti) rispetto al sistema pirodiserbato.

Sviluppi futuri

Nel 2019/20, la sperimentazione continuerà con la replicazione della coltura di cavolfiore su una metà campo e con la coltura di melanzana sull'altra metà.

Coordinate GPS: 43°40'20.0'' N, 10°20'39.0''E

Contatti:
christian.frasconi@unipi.it - tel. 050-2218922
daniele.antichi@unipi.it - tel. 050-2218962

Figura 25 - Campo sperimentale nel 2019/20 presso il CiRAA (43°40'20.0'' N, 10°20'39.0''E) (foto ©2020 Google)

Figura 26 - Living mulch di trifoglio bianco ben sviluppato in cavolfiore

Figura 27 - Cavolfiore a raccolta nel Sistema basato su living mulch sfalciato

PROVE SPERIMENTALI PRESSO HORTA SRL

Figura 1 - Centro aziendale Horta di Cà Bosco

Figura 2 - Vista generale delle parcelle sperimentali di Horta presso l'Az. Agr. Cà Bosco

Horta è una società spin-off dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza, fondata nel 2008 con l'obiettivo di trasferire e valorizzare i risultati della ricerca nel settore agro-alimentare. Attraverso uno staff di esperti fornisce servizi altamente qualificati, sia a livello nazionale che internazionale, nel campo delle produzioni vegetali, al fine di aumentare la competitività delle aziende agricole e agro-alimentari in termini di qualità, stabilità e sostenibilità delle produzioni; redditività; sostenibilità ambientale e sicurezza alimentare.
La sede Horta di Ravenna è situata all'interno dell'azienda Ca' Bosco. L'azienda Ca' Bosco si estende per circa 220 ha in un corpo unico, diviso in tre blocchi da circa 70 ha l'uno. L'azienda è condotta in regime di agricoltura integrata, ma possiede anche una parte condotta in biologico. L'azienda applica rotazioni di 3-4 anni con frumento duro, frumento tenero, bietola, pisello e soia come colture principali. La tessitura del suolo è in prevalenza limosa, con una tendenza al franco-limoso.
L'azienda può essere irrigata per mezzo di due pivot. L'azienda è dotata di un impianto di drenaggio tubolare. Horta gestisce direttamente circa 20 ha dell'azienda, in cui realizza prove sperimentali in parcelle. Le principali linee di ricerca riguardano i cereali a paglia, mais e pomodoro. Riguardo ai cereali a paglia, le principali prove sperimentali riguardano lo studio dell'efficacia dei fungicidi, la fertilizzazione e la densità di semina.

Indirizzo:
Horta srl – Spin off Università Cattolica di Piacenza
Sede operativa di Ravenna c/o Az. Agr. Ca' Bosco
Via S. Alberto 327
48123 Ravenna
Coordinate GPS: 44°28'56.6"N 12°10'38.0"E

Per informazioni e visite guidate contattare:
Pierluigi Meriggi
e-mail: p.meriggi@horta-strl.com
tel. +39 0544 48361

SELEZIONE DELLE LEGUMINOSE PIÙ ADATTE PER ESSERE UTILIZZATE IN BULATURA CON IL FRUMENTO

Nella coltivazione del frumento, la competizione della flora infestante rappresenta uno dei principali fattori che determinano perdite produttive sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo.
La consociazione temporanea del frumento duro con specie leguminose traseminate a fine inverno (conosciuta tradizionalmente come *bulatura*), può migliorare il controllo della flora infestante senza intaccare la produzione della coltura principale (Figura 3). In questo sistema, infatti, l'avvantaggiamento fenologico del frumento rende meno probabili fenomeni di competizione interspecifica con le leguminose.
Un altro vantaggio di questo sistema riguarda l'immediata copertura del suolo da parte delle leguminose dopo la raccolta del frumento e fino alla semina della coltura in successione (Figura 4). Negli agro-ecosistemi mediterranei infatti, molti mesi possono trascorrere tra due colture in successione (fino a 9 mesi). Lasciare il suolo scoperto durante questo intervallo di tempo, favorisce lo sviluppo e la disseminazione delle infestanti aumentando la loro presenza anno dopo anno.
Leguminose poliennali, annuali e annuali auto-riseminanti possono essere utilizzate per la bulatura e, in particolare dopo la raccolta del frumento sono caratterizzate da diversi meccanismi di controllo delle infestanti.
Ad esempio, le leguminose poliennali, tradizionalmente utilizzate per la bulatura, dopo la raccolta del frumento possono essere

Figura 3 - Bulatura di leguminose nel frumento duro

Figure 4A e 4B - *Medicago sativa* (a sinistra) e *Trifolium repens* (a destra) immediatamente dopo la raccolta del frumento (foto di Matteo Ruggeri)

utilizzate come colture da foraggio o pascolo per i 2-3 anni successivi, controllando efficacemente la flora infestante. Le leguminose annuali auto-riseminanti sono in grado di rigerminare spontaneamente dai loro semi l'autunno successivo alla semina e funzionare come colture di copertura (*cover crops*) per tutto il periodo invernale, mentre, leguminose annuali possono aiutare nel controllo delle infestanti come pacciamatura morta fino alla coltura successiva (Tabella 1).
Per una corretta applicazione di questa tecnica, la scelta della leguminosa da utilizzare è molto importante. Le leguminose in questo sistema, infatti, devono possedere determinate caratteristiche fenologiche e fisiologiche (rapida crescita durante i primi stadi di sviluppo, habitus prostrato ed elevata biomassa) tali da massimizzare il controllo della flora infestante e, al tempo stesso, non entrare in competizione con il frumento.

Obiettivi

L'obiettivo di questo studio è la selezione e valutazione agronomica delle leguminose più adatte ad essere utilizzate in bulatura con il frumento nelle condizioni pedo-climatiche locali. Le leguminose selezionate dovranno:
(i) garantire il mantenimento del livello produttivo del frumento tramite l'assenza di fenomeni di competizione interspecifica;
(ii) migliorare il controllo della flora infestante durante il periodo di consociazione e dopo la raccolta del frumento.

Materiali e metodi 2020

In questo esperimento sono testate 13 cultivar commerciali di leguminose di cui 4 a ciclo annuale (1 cv. di *Trifolium incarnatum*, 2 cv. di *Trifolium resupinatum*, 1 cv. di *Trifolium alexandrinum*), 5 annuali auto-riseminanti (1 cv. di *Medicago polymorpha*, 1 cv. di *Medicago scutellata*, 3 cv. di *Trifolium subterraneum*) e 4 poliennali (1 cv. di *Medicago lupulina*, 1 cv. di *Medicago sativa*, 1 cv. di *Trifolium repens*, 1 cv. di *Hedysarum coronarium*).
In aggiunta, nella prova sono presenti per ogni blocco due parcelle contenenti rispettivamente l'erba medica (*Medicago sativa*) in monocoltura, al fine di valutare l'efficienza della consociazione con

BULATURA (Consociazione temporanea frumento – leguminosa)		Ipotesi
Annuali	*Soluzione interessante per aziende con seminativi*	Controllo infestanti: **MEDIO-ALTO** Copertura del suolo: **MEDIO-ALTO** Fertilità del suolo: **MEDIO-ALTO** PRODUTTIVITA' DEL SISTEMA: **MEDIO**
Annuali Auto-riseminanti	*Soluzione interessante per aziende con seminativi*	Controllo infestanti: **ALTO** Copertura del suolo: **ALTO** Fertilità del suolo: **ALTO** PRODUTTIVITA' DEL SISTEMA: **MEDIO**
Poliennali	*Soluzione interessante per aziende con seminativi e prati poliennali*	Controllo infestanti: **ALTO** Copertura del suolo: **ALTO** Fertilità del suolo: **ALTO** PRODUTTIVITA' DEL SISTEMA: **ALTO**
Cv. frumento duro: MINOSSE, resistente all'allettamento **Dose di semina del frumento:** 230 kg/ha **Distanza tra le file:** 17 cm **Data di semina del frumento:** 11/12/2019 **Data di semina delle leguminose:** 11/03/2020		

Tabella 1 - Descrizione della prova sperimentale

Leguminosa	Ciclo
Trifolium incarnatum cv. Kardinal	Annuale
Trifolium resupinatum cv. Laser	Annuale
Trifolium resupinatum cv. Lightning	Annuale
Trifolium alexandrium cv. Leila	Annuale
Medicago polymorpha cv. Scimitar	Auto-riseminanti
Medicago scutellata cv. Sava	Auto-riseminanti
T. subterraneum subsp. brachycalcinum cv. Mintaro	Auto-riseminanti
T. subterraneum subsp. sp. yanninicum cv. Monti	Auto-riseminanti
T. subterraneum subsp. brachycalcinum cv. Antas	Auto-riseminanti
Hedysarum coronarium cv. Carmen	Poliennale
Medicago sativa cv. Gamma	Poliennale
Trifolium repens Ladino cv. Fantastico	Poliennale
Medicago lupulina cv. NA	Poliennale
Control 1 (Frumento da solo)	
Control 2 (*M. sativa* da sola)	
Control 3 (Vegetazione spontanea)	

Tabella 2 - Elenco delle leguminose utilizzate nell'esperimento (2019/2020)

il frumento tramite il LER[1], e la sola vegetazione spontanea, al fine di valutare il massimo potenziale delle infestanti (Tabella 2).
La prova è organizzata secondo un disegno sperimentale a blocchi completamente randomizzati, con quattro repliche per ogni cultivar di leguminosa e il frumento in monocoltura come controllo. L'area delle parcelle è 9 m^2 (1,5 x 6 m).
Dopo la preparazione del letto di semina, il frumento duro cv. Minosse (fornito da ISEA, partner in IWMPRAISE) è stato seminato a dicembre 2019, con una distanza tra le file di 17 cm. Le leguminose sono state seminate a spaglio tra le file del frumento a marzo 2020, prima della fase di levata.
L'erpice strigliatore è stato utilizzato immediatamente dopo la semina delle leguminose. L'uso dell'erpice strigliatore in questo sistema ha una doppia funzione: i) permette l'interramento dei semi delle leguminose, ii) contribuire al controllo delle infestanti.

Risultati 2019

Al momento della raccolta (giugno 2019), il frumento non ha risentito della presenza delle leguminose in consociazione. Non sono state

[1] Land Equivalent Ratio (LER): quantità di superficie occupata da una monocoltura necessaria per avere la stessa produttività, a parità di gestione, delle colture in bulatura.

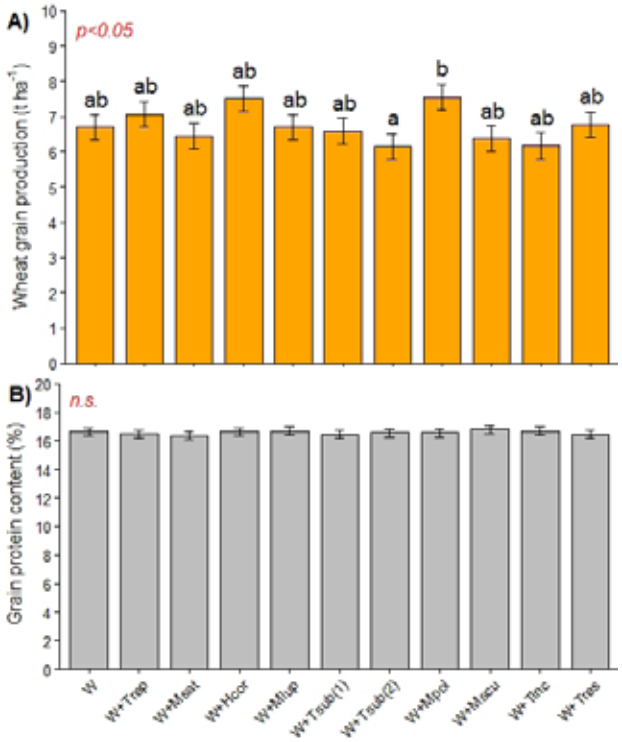


Figure 5A e 5B - A) Produzione, B) Contenuto di proteine

Legenda
W: Frumento in monocoltura, **Trep**: *Trifolium repens,* **Msat**: *Medicago sativa,* **Hcor**: *Hedysarum coronarium,* **Mlup**: *Medicago lupulina,* **Tsub(1)**: *Trifolium subterraneum* subsp. *brachycalcinum* cv. *Antas,* **Tsub(2)**: *Trifolium subterraneum* subsp. *brachycalcinum* cv. *Mintaro,* **Mpol**: *Medicago polymorpha,* **Mscu**: *Medicago scutellata,* **Tinc**: *Trifolium incarnatum,* **Tres**: *Trifolium resupinatum.*

riscontrate differenze significative in termini di produzione ed in termini di contenuto proteico della granella tra il frumento consociato e il controllo.
La resa media è stata pari a 7 t/ha mentre il contenuto medio di proteine è stato pari al 16,7%, perfettamente in linea con produzioni di qualità che caratterizzano quest'area (Figure 5A e 5B).
Questi risultati confermano l'ipotesi che lo sfasamento temporale tra la semina del frumento e quella delle leguminose, risulta essere una buona strategia per evitare fenomeni di competizione interspecifici nei confronti della coltura principale.
Le leguminose, come da aspettativa, hanno risentito negativamente della competizione da parte del frumento (in particolare per la radiazione luminosa), rimanendo in quiescenza vegetativa durante la consociazione (Figura 6).

Figura 6 - *Medicago lupulina* durante la consociazione con il frumento (foto di Matteo Ruggeri)

Per quanto riguarda le infestanti, in generale il livello di infestazione è stato basso. Il *Trifolium subterraneum* subsp. *brachycalycinum* cv. Antas si è distinto, rispetto alle altre leguminose, riducendo significativamente la biomassa delle infestanti del 85% rispetto al controllo (Figure 7A e 7B).
Un ulteriore campionamento di biomassa è stato effettuato nel settembre 2019 per valutare l'effetto delle leguminose sulle infestanti dopo la raccolta del frumento. I risultati sono mostrati in termini di "Efficienza di controllo delle infestanti" (*Weed control efficiency*, WCE).
WCE è una percentuale che esprime l'efficienza delle leguminose in termini di riduzione della biomassa delle infestanti rispetto ad una situazione di riferimento (le parcelle di controllo, nel nostro caso). Valori positivi indicano che la presenza di leguminosa riduce la biomassa delle infestanti rispetto al controllo mentre, valori negativi indicano che la presenza di leguminose non ha effetti o addirittura favorisce lo sviluppo delle infestanti rispetto al controllo.
Medicago sativa è stata la leguminosa migliore, riducendo dell'80% la biomassa delle infestanti rispetto al controllo (Figura 8). Al contrario, *Hedisarum coronarium, Trifolium subterraneum* sub *brachycalycinum* cv Antas e *Medicago*

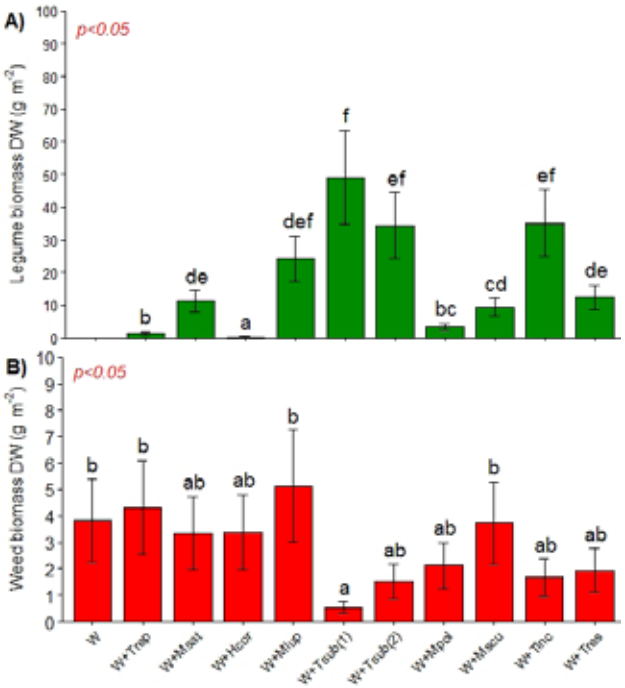


Figure 7A e 7B – A) Biomassa delle leguminose (DW g m^{-2}) e B) Biomassa delle infestanti (DW g m^{-2})

Legenda
W: Frumento in monocoltura, **Trep**: *Trifolium repens*, **Msat**: *Medicago sativa*, **Hcor**: *Hedysarum coronarium*, **Mlup**: *Medicago lupulina*, **Tsub(1)**: *Trifolium subterraneum* subsp. *brachycalcinum* cv. *Antas*, **Tsub(2)**: *Trifolium subterraneum* sub. *brachycalcinum* cv. *Mintaro*, **Mpol**: *Medicago polymorpha*, **Mscu**: *Medicago scutellata*, **Tinc**: *Trifolium incarnatum*, **Tres**: *Trifolium resupinatum*.

scutellate non hanno avuto effetti significativi sulle infestanti in questo momento.

Sviluppi futuri

La prova sperimentale fornirà agli agricoltori una lista delle specie testate e delle tecniche di semina, con indicatori delle performance delle specie in termini di soppressione delle malerbe, copertura del suolo, qualità e quantità delle produzioni di frumento.

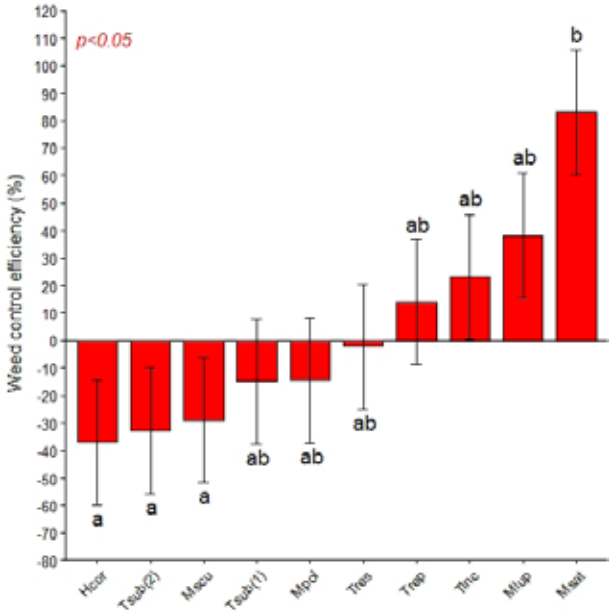


Figura 8 - Efficienza di controllo delle infestanti (WCE, %)

Legenda
Trep: *Trifolium repens*, **Msat**: *Medicago sativa*, **Hcor**: *Hedysarum coronarium*, **Mlup**: *Medicago lupulina*, **Tsub(1)**: *Trifolium subterraneum* subsp. *brachycalcinum* cv. *Antas*, **Tsub(2)**: *Trifolium subterraneum* subsp. *brachycalcinum* cv. *Mintaro*, **Mpol**: *Medicago polymorpha*, **Mscu**: *Medicago scutellata*, **Tinc**: *Trifolium incarnatum*, **Tres**: *Trifolium resupinatum*.

PROVE DIMOSTRATIVE PRESSO AZIENDE PRIVATE

AZIENDA AGROBIOLOGICA LA VIOLA

La Viola è un'azienda agricola biologica situata a Torre San Patrizio (FM), Marche. L'azienda si estende per 10 ha ed è caratterizzata da terreni in forte pendenza e da un suolo franco argilloso. La Viola è specializzata nella coltivazione di cereali e si caratterizza dal fatto di coltivarli in consociazione con colture leguminose.
Nello specifico, la consociazione viene effettuata tra cerali come il frumento duro, il frumento tenero, segale, orzo, avena e leguminose da granella come cece, cicerchia, lenticchia e roveja (una varietà di Pisum sativum ssp. arvense*). Tutte le colture vengono seminate a spaglio con una seminatrice modificata appositamente per la consociazione.*
La seminatrice è composta da due tramogge, rispettivamente per i cereali e per i legumi, e permette di seminare simultaneamente le due colture, ognuna con la dose di seme ottimale.
Le colture in consociazione vengono raccolte insieme e vengono divise poi nel laboratorio aziendale. Le due colture vengono separate, sfruttando la loro diversa granulometria e peso specifico, grazie ad una vagliatrice appositamente regolata per ogni tipo di consociazione.
Dopo la separazione il frumento viene utilizzato per la produzione di farina tramite il mulino aziendale, mentre gli altri cereali e legumi vengono usati per la produzione di zuppe tradizionali e di trasformati. Tutti i prodotti vengono venduti anche nel punto vendita aziendale.

Indirizzo:
Via Oliva
63814 Torre San Patrizio (FM)
Coordinate GPS: 43°10'36.2"N 13°35'55.1"E

tel. Andrea 349/1026474
e-mail: info@agrilaviola.com
sito web: http://www.agrilaviola.com/

CONSOCIAZIONE TRA FRUMENTO TENERO E LENTICCHIA

La lenticchia è una coltura molto importante per La Viola e la sua coltivazione in consociazione con il frumento rappresenta l'unico modo di coltivare questo legume nell'azienda (Figura 1)
La lenticchia, infatti, essendo una coltura molto suscettibile all'allettamento, spesso risulta impossibile da raccoglierla meccanicamente, specialmente in terreni declivi come quelli che caratterizzano La Viola. La consociazione della lenticchia con il frumento, permette di superare questa problematica in quanto i culmi dei cereali svolgono un'azione di supporto meccanico alla lenticchia, riducendone significativamente l'allettamento.
Nello specifico, per la consociazione con la lenticchia, viene utilizzato un miscuglio di *landraces* di frumento tenero con un miscuglio di ecotipi e varietà commerciali di lenticchia. Questo tipo di consociazione permette di ottenere, in paragone con i livelli produttivi locali, una produzione sufficiente di frumento (18 q /ha in media) e una buona produzione di lenticchia (3,5 q/ha in media). La consociazione permette, inoltre, di migliorare il controllo della flora infestante.
Sebbene la concitazione del frumento con la lenticchia permetta di ottenere un sufficiente livello produttivo, la consociazione può essere ulteriormente ottimizzata aumentando la densità di semina della lenticchia. L'obiettivo è dunque quello di aumentare la produttività del sistema e massimizzare il controllo delle infestanti.

Obiettivi

Questo esperimento è condotto direttamente all'interno dell'azienda La Viola e ha l'obiettivo di ottimizzare la consociazione del frumento con la lenticchia. Gli obiettivi riguardano nello specifico:

Figura 1 - Consociazione tra frumento tenero e lenticchia presso la Viola (foto di Federico Leoni)

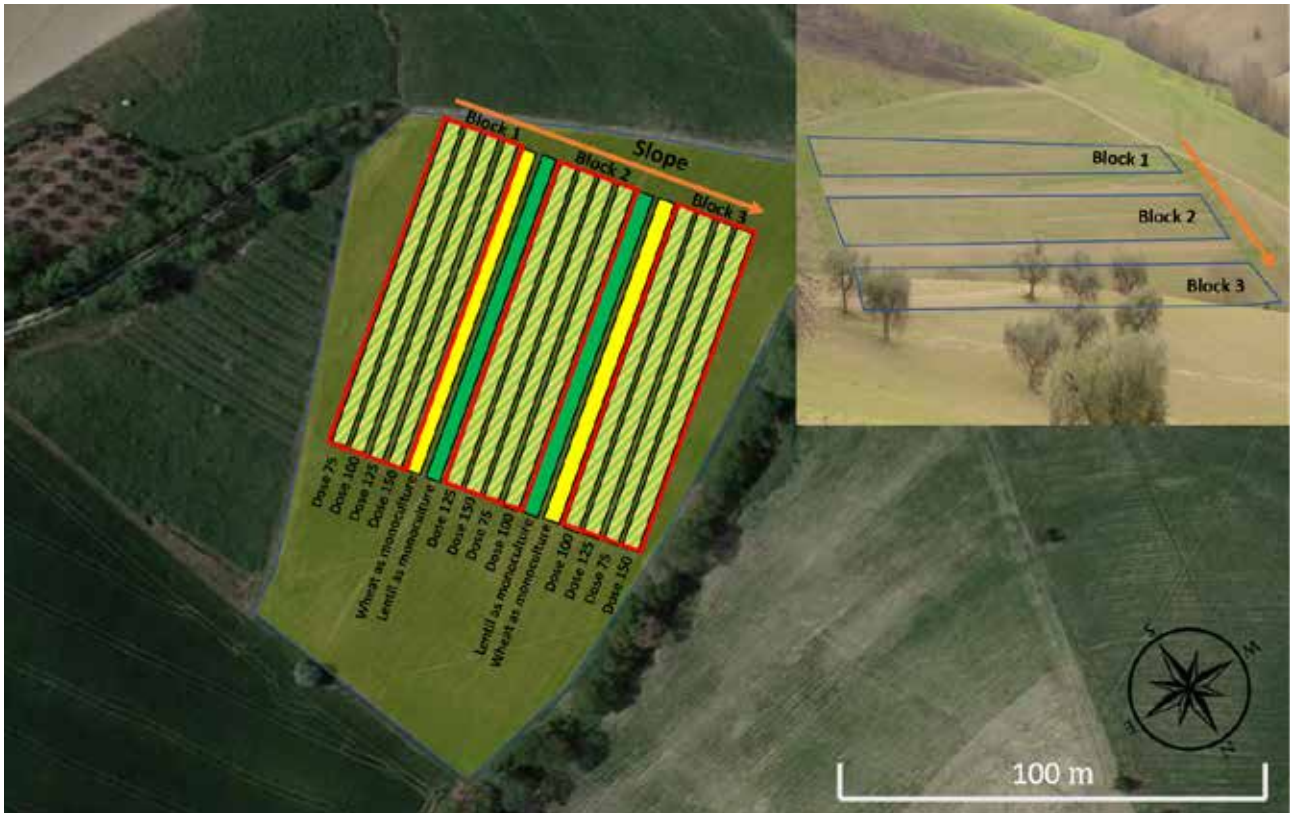


Figura 2A - Disegno sperimentale utilizzato nel 2018/2019

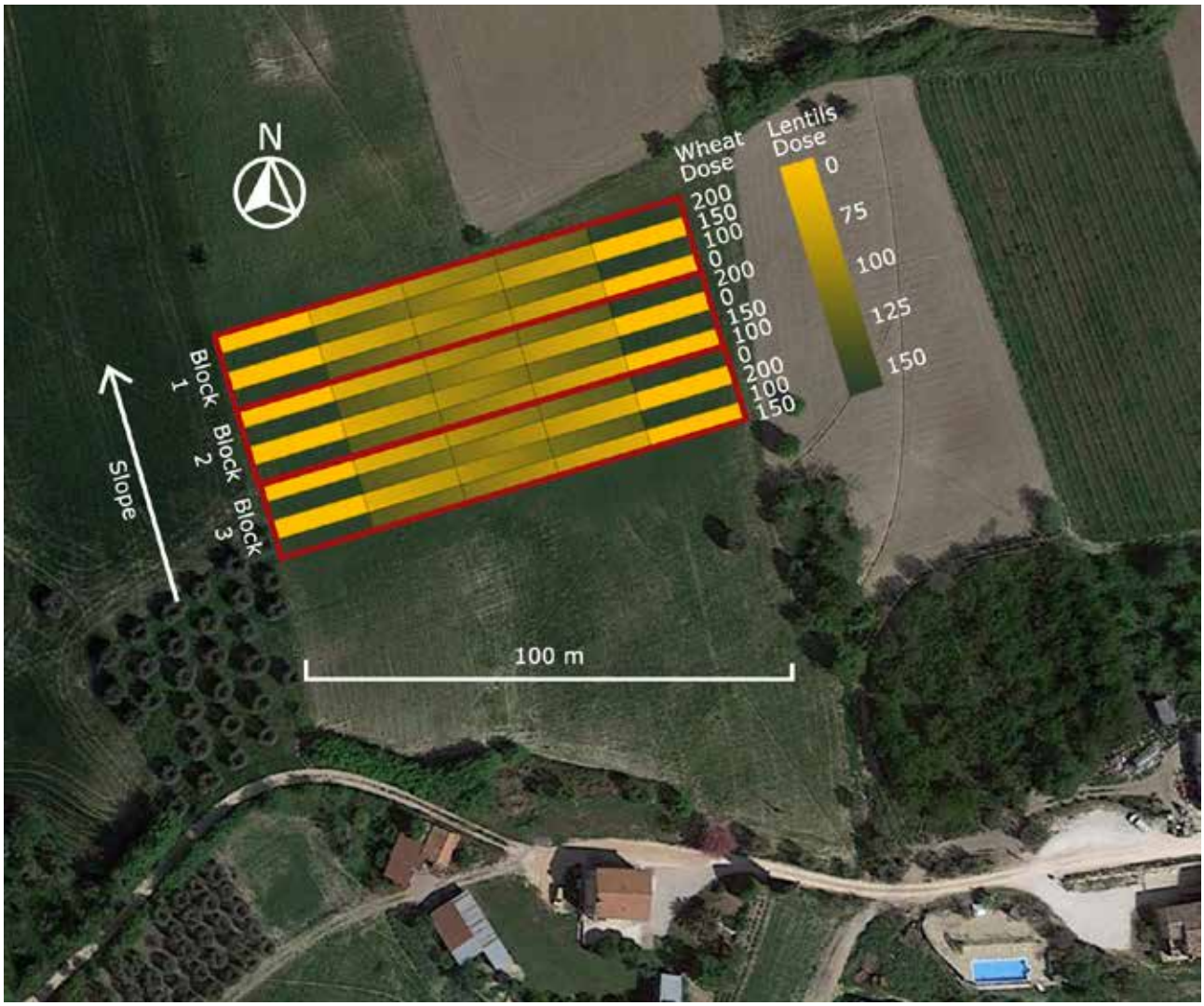


Figura 2B - Disegno sperimentale utilizzato nel 2019/2020. (Slope= linea di pendenza, Wheat dose= densità di semina del frumento. Lentils dose= densità di semina della lenticchia)

- Massimizzare la produzione della lenticchia;
- Mantenere una sufficiente produzione del frumento;
- Minimizzare la competizione interspecifica tra frumento e lenticchia;
- Massimizzare il controllo della flora infestante.

Materiali e Metodi

Nel booklet 2019 è presentato il dispositivo sperimentale per il campo 2018/2019. Sono state testate 4 diverse dosi di semina di lenticchia (75, 100, 125, 150 kg/ha), associate al frumento con una dose di semina fissa (185 kg/ha) (Figura 2A). La lenticchia e il frumento sono state inoltre coltivate in monocoltura con la dose di seme usualmente utilizzata dall'agricoltore (185 kg/ha per il frumento and 100 kg/ha per la lenticchia) con l'obiettivo di valutare l'efficienza della consociazione tramite il calcolo del *Land Equivalent Ratio* (LER). Il LER è un valore che indica la quantità di superficie occupata da una monocoltura necessaria per avere la stessa produttività, a parità di gestione, della coltura in consociazione. Nel 2018/2019 il campo sperimentale era organizzato in blocchi completamente randomizzati con tre repliche per ogni dose di lenticchia coltivata in consociazione. Ogni parcella misurava circa 500 m^2 (6 x 80 m).
Nella stagione 2019/2020 l'esperimento è stato lievemente modificato per permettere uno studio più dettagliato dell'interazione fra frumento e lenticchia quando coltivate in consociazione; gli agricoltori e gli sperimentatori hanno organizzato l'esperimento per misurare l'effetto dell'incremento della densità di lenticchia (0, e da 75 a 150 kg/ha) in aree dove il frumento è stato seminato a quattro diverse densità (0, 100, 150, 200 kg/ha) (lo schema è riportato in Figura 2B). Nel 2019/2020 lo schema sperimentale seguito è

Figure 3 e 4 - Seminatrice utilizzata per la consociazione (foto di Stefano Carlesi)

Figura 5 - Impostazione della seminatrice prima della semina dell'esperimento (foto di Simone Marini)

Figura 6 - Regolazione della densità di semina della lenticchia durante le fasi di allestimento della prova sperimentale (foto di Martina Panettieri)

stato uno "strip plot" randomizzato con tre repliche per ogni dose di semina del frumento, e un gradiente continuo di densità della lenticchia da 75 a 150 kg / ha, mentre all'inizio di ogni striscia è stata lasciato una parcella di controllo di 4 x 20 m in cui non è stata seminata la lenticchia. L'orientamento del gradiente di ogni striscia è stato alternato. Ogni striscia con la medesima quantità di frumento seminato è lunga 100 m e larga 4 m, andando così a comporre un area sperimentale di 4.800 m^2. La randomizzazione e l'orientamento spaziale delle parcelle è stato deciso tenendo in considerazione il massimo gradiente di variabilità nei due campi sperimentali, ovvero la pendenza.
Dopo la preparazione del letto di semina, il frumento e la lenticchia sono stati seminati a spaglio utilizzando la seminatrice aziendale appositamente modificata per la consociazione (Figure 3 e 4). La seminatrice ha due tramogge e ognuna delle tramogge è stata impostata per erogare una dose fissa di frumento in ogni striscia, e di variare la dose di lenticchia lungo ogni striscia della stessa parcella (Figure 5 e 6).
Durante le stagioni di sviluppo della coltura sono stati effettuati una serie di rilievi e campionamenti sia sul frumento che sulla lenticchia, in modo da ottenere dati su:

i) Emergenza e produzione della lenticchia e del frumento (Figura 7);
ii) Efficienza della consociazione tramite la stima del LER;
iii) Effetto della consociazione sulle infestanti;

Risultati 2018/2019

Il principale evento del 2019 riguarda il completo fallimento della coltura della lenticchia, a causa di un importante attacco di limacce. Come diretta

Figura 7 - Conta del frumento e della lenticchia germinati. Foto di Stefano Carlesi.

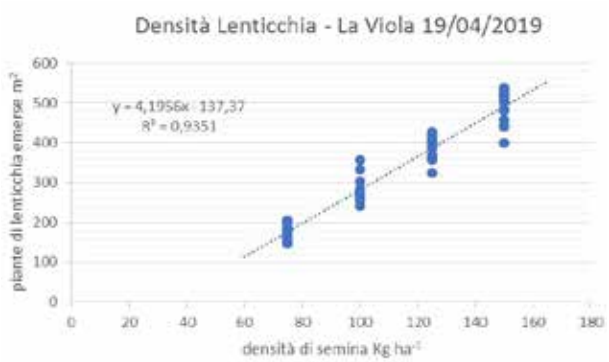


Figura 8 - Densità di piante di lenticchie emerse a fronte delle 4 densità di semina applicate in campo

conseguenza del fallimento della coltura di lenticchia non è stato possibile calcolare il LER, mentre la resa del frumento e la biomassa della flora spontanea sono state misurate.
Per quanto riguarda la densità della coltura nel febbraio 2019, il frumento ha fatto rilevare 196 piante m^2, ovvero una percentuale di germinazione oscillante tra il 43% e il 50% delle semente poste in campo; mentre l'emergenza della lenticchia è stata molto bassa: 7 piante/m^2. Di conseguenza si è provveduto a riseminare la lenticchia in primavera. La semina primaverile della lenticchia ha determinato una migliore emergenza della coltura mostrando una risposta lineare alla quantità di semente utilizzata (Figura 8).
Alla raccolta, considerando la biomassa secca delle piante delle colture, la biomassa minore è stata espressa dalla pianta di lenticchia (5,26 g/m^2) indipendentemente dalla dose di semina. La resa in granella del frumento, seguendo lo stesso andamento della lenticchia, non è stata influenzata dalla densità di semina della lenticchia ed è stata in media di 2,16 t/ha. Anche la biomassa della flora spontanea non è stata influenzata dalla dose di semina della lenticchia, mostrando una biomassa media di 43,62 g/m^2. In questo caso però è stato lo sviluppo del frumento a ridurre la presenza di flora infestante; utilizzando i risultati delle parcelle di controllo, dove il frumento non è stato seminato, è stato possibile calcolare una riduzione dell'85% della biomassa della flora spontanea nelle parcelle dove invece veniva seminato il frumento.

Sito sperimentale: La Viola, Torre San Patrizio (FM)
Coordinate GPS: 43°10'36.2"N 13°35'55.1"E

Contatti:
Gilberto Croceri info@agrilaviola.com

AZIENDA AGRICOLA FLORIDDIA

Floriddia è un'azienda biologica sita in Toscana nel comune di Peccioli, (Figura 1). L'azienda è specializzata nella coltivazione di cereali (frumento tenero, frumento duro, farro, avena, orzo), leguminose da granella (cece, lenticchia, cicerchia) e foraggi. Negli ultimi anni l'azienda Floriddia si è resa promotrice della coltivazione di landraces *di frumento e di popolazioni di frumento per la produzione di pane e pasta di alta qualità. Questo processo ha reso necessaria la collaborazione tra ricercatori (genetisti agrari dell'Università di Firenze), altri agricoltori locali, consulenti e il network di Rete Semi Rurali. La realtà di Floriddia rappresenta per questo motivo, un virtuoso esempio di approccio collaborativo, finalizzato alla valorizzazione e all'ottimizzazione di pratiche agronomiche che prevedono l'utilizzo di* landraces *per ottimizzare e rendere più stabile la produttività dei sistemi biologici.*

Ogni anno Floriddia, in stretta collaborazione con Rete Semi Rurali, organizza giornate dimostrative per presentare ad un ampio pubblico di agricoltori e tecnici locali, oltre 200 tipi di cereali.
L'azienda gestisce inoltre un mulino, con annessi strumenti per la pulizia della granella, e un laboratorio per la produzione di pasta e pane.
L'esperienza di Floriddia può essere considerata radicale. Grazie al suo approccio collaborativo e alla sua capacità di creare un network tra attori diversi (agricoltori, ricercatori, consumatori e associati) attorno agli stessi principi di sostenibilità, è riuscita a farsi promotrice di una innovazione sociale nell'ambito della filiera produttiva.Tutti i prodotti dell'azienda vengono venduti direttamente nel punto vendita aziendale, on-line e tramite una fitta rete di agricoltori, mercati locali e gruppi di acquisto solidale (GAS).

Indirizzo:
Via della Bonifica, 171
56037 Località Cedri, Peccioli (PI)
Coordinate GPS: 43°29'11.18''N 10°47'54.06''E

tel. 0587 697184
sito web: http://www.ilmulinoapietra.com/
www.ilmulinoapietra.com

CONSOCIAZIONE DEL FARRO CON LA CICERCHIA

La cicerchia è una coltura tradizionale del centro-sud Italia ed è uno dei legumi prodotti da Floriddia. Questa coltura cresce molto bene in questa area, tuttavia l'alta suscettibilità all'allettamento rende difficile la sua raccolta meccanizzata. La consociazione della cicerchia con cereali può aiutare a limitare la problematica dell'allettamento e limitare quindi le perdite produttive durante la fase di raccolta.
L'ipotesi alla base di questo tipo di consociazione riguarda la possibilità di evitare l'allettamento della cicerchia grazie alla presenza dei culmi dei cereali che fungono da sostegno meccanico. La consociazione può inoltre portare benefici in termini di controllo della flora infestante.

Obiettivi

Questo esperimento è condotto all'interno dell'azienda Floriddia e ha l'obiettivo di studiare la consociazione tra cicerchia e farro. In particolare, la consociazione sarà funzionale alla riduzione delle perdite produttive della cicerchia durante la fase di raccolta provocate dall'allettamento e al miglioramento del controllo della flora infestante.

Materiali e metodi

In questo esperimento stiamo studiando la consociazione tra farro e cicerchia (Figura 1). La cicerchia e il frumento sono stati seminati a febbraio, dopo la preparazione del letto di semina. Le dosi di semina utilizzate per la consociazione sono state rispettivamente di 100 kg/ha per la cicerchia e di 45 kg/ha per il farro (1/3 della dose ottimale). La dose di seme del farro nella consociazione è stata ridotta rispetto alla dose ottimale utilizzata per la coltivazione in monocoltura per evitare fenomeni di competizione interspecifica. Oltre alla parcella principale con la consociazione del farro con la cicerchia, due ulteriori parcelle rispettivamente con cicerchia e farro in monocoltura sono state aggiunte all'esperimento per la valutazione del LER (Land Equivalent Ratio). Il LER è un valore che indica la quantità di superficie occupata da una monocoltura necessaria per avere la stessa produttività, a parità di gestione, delle colture in consociazione.
Per tutta la durata dell'esperimento, saranno raccolti dati su cicerchia e farro in modo da valutare:

i) Emergenza e produzione della cicerchia e del farro;
ii) Efficienza della consociazione tramite la stima del LER;
iii) Effetto della consociazione sulle infestanti;

Figura 1 - Consociazione farro-cicerchia (foto di Federico Leoni)

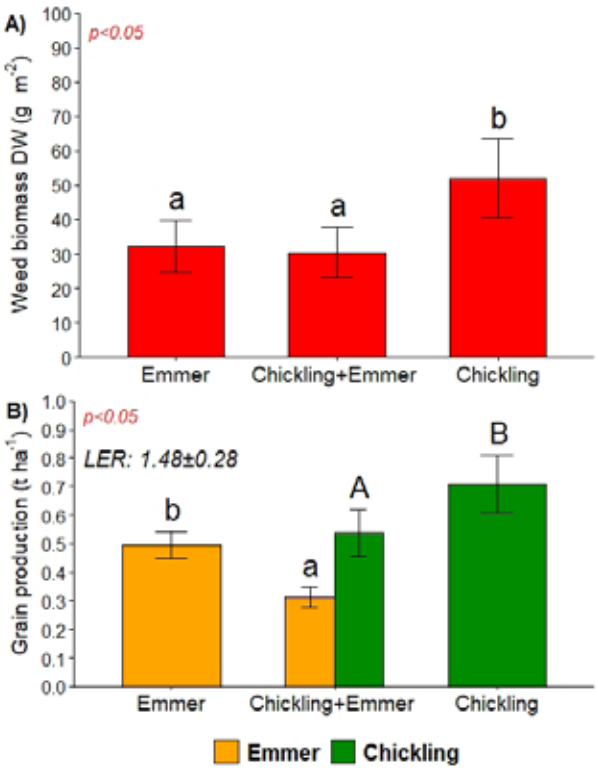


Figure 2A e 2B - A) Biomassa delle infestanti (DW g/m²) e B) Produzione di granella (t/ha)
Emmer = Farro; Chickling = Cicerchia

Risultati

I risultati di questo esperimento confermano che la consociazione tra cicerchia e farro permette di migliorare il controllo della flora infestante e di ottimizzare l'uso delle risorse.
La cicerchia per via della sua scarsa competitività nei confronti delle infestanti è la coltura che si avvantaggia maggiormente da questa consociazione. Il farro (coltivato a dose ridotta), infatti, occupa efficacemente gli spazi vuoti presenti tra una pianta di cicerchia e l'altra che avrebbero altrimenti favorito la crescita e la disseminazione delle infestanti. La consociazione della cicerchia con il farro ha permesso di ridurre la biomassa delle infestanti del 40% rispetto alla cicerchia coltivata da sola (Figure 2A e 2B).
Farro e cicerchia in consociazione, inoltre, hanno mostrato una maggiore produttività se paragonate con i rispettivi sistemi in monocoltura. Per questa consociazione infatti, è stato ottenuto un valore LER di 1,48. Questo valore indica che sono necessari 1,48 ha di cicerchia e farro coltivati da soli per produrre quanto 1 ha di queste due colture in consociazione.

AZIENDA AGRICOLA MARTELLO NADIA

Figura 1 – Campi sperimentali 2018/19 presso l'azienda Martello Nadia (foto ©2017 Google)

Le seguenti prove sperimentali sono state realizzate presso l'azienda agricola Martello Nadia in collaborazione con il Centro di Ricerche Agro-Ambientali "E. Avanzi" dell'Università di Pisa.

Indirizzo:
Via Zavagno, 60
56042 Cenaia – Crespina Lorenzana (PI)
tel. 050 643395

GESTIONE INTEGRATA DI UNA POPOLAZIONE DI *LOLIUM* SPP. RESISTENTE AGLI ERBICIDI IN SEMINATIVI GESTITI CON LAVORAZIONI CONVENZIONALI O CONSERVATIVE

Obiettivi

La pratica continuativa delle lavorazioni ridotte (lavorazione minima e no-till) combinata con l'applicazione sistematica di glifosate può portare alla selezione di popolazioni di infestanti resistenti agli erbicidi. Questo è il caso della pianura vicino a Pisa (Toscana, Italia centrale), dove la ridotta lavorazione è diventata una pratica standard fra gli agricoltori fin dagli anni '80. Le brevi rotazioni colturali, dominate dai cereali a paglia, e l'uso frequente nei periodi di inter-coltura del glifosate (applicato fino a 8 volte in soli tre anni, spesso a dosi sub-ottimali) hanno portato alla selezione di popolazioni di varie specie di *Lolium* con triplice resistenza ad erbicidi (ACC-asi, ALS, glifosate).

Questo si è verificato anche nelle parcelle no-till di un esperimento on-farm di lungo periodo iniziato nel 2008 e terminato nel 2017, nel quale si sono confrontati gli effetti agro-ambientali dell'applicazione continua del no-till rispetto all'aratura annuale. L'insorgere di popolazioni resistenti di *Lolium* ha raggiunto livelli tali da indurre l'agricoltore a ritornare ad arare a 25-30 cm per poter devitalizzare i semi di *Lolium* e ridurne la banca semi. Nell'ambito del WP7 di IWMPRAISE, è stata quindi avviata una nuova prova di sistema gestita con approccio partecipativo su una rotazione quadriennale (grano duro-sorgo-grano duro-cece), per confrontare due diverse strategie di gestione della flora infestante sui due campi precedentemente gestiti in no-till: i) aratura annuale con applicazione di diversi tipi di erbicidi ma non di glifosate; ii) gestione integrata che combina lavorazioni ridotte (minima lavorazione e non-lavorazione), colture di copertura e applicazione limitata di erbicidi (glifosate escluso). Insieme all'agricoltore, miriamo a verificare se il disturbo continuo del *Lolium* (per via meccanica, chimica o agronomica) nei periodi dei suoi picchi di germinazione possa portare a rendere ancora possibile implementare l'agricoltura conservativa per preservare la fertilità del suolo, senza significative perdite di raccolto dovute a popolazioni di piante infestanti resistenti.

Materiali e metodi

Questa ricerca di campo è realizzata dal Centro di Ricerche Agro-ambientali "Enrico Avanzi" dell'Università di Pisa (CiRAA) presso l'azienda Agricola Martello Nadia (Cenaia, Pisa). Due diversi sistemi di gestione (CONVENZIONALE vs INTEGRATO) sono posti a confronto su 2 parcelle di 2,5 ha ciascuna. Ciascun trattamento è replicato 5 volte in pseudo-repliche. La rotazione colturale è la seguente:

- Frumento duro (*Triticum turgidum* subsp. *durum* (Desf.)) 2019/20;
- Sorgo da granella (*Sorghum bicolor* (L.) Moench 2020/21;
- Frumento duro 2021/22;
- Cece (*Cicer arietinum* L.) 2022/23.

Figura 2 - Popolazione di *Lolium* spp. resistente agli erbicidi in spigatura in un terreno aziendale a frumento in fase di raccolta

Figura 3 - Popolazione di *Lolium* spp. resistente agli erbicidi sopravvissuta all'applicazione di glifosate su un terreno aziendale

Nel sistema INTEGRATO, tra il frumento e il sorgo sarà coltivata una cover crop di veccia vellutata (*Vicia villosa* Roth.), gestita come dead mulch per la semina diretta del sorgo. Sarà inserita nella rotazione anche un'ulteriore cover crop di trifoglio violetto (*Trifolium pratense* L.), traseminato mediante bulatura nel frumento 2021/22 e lasciato crescere fino all'inverno successivo, quando, in prossimità della preparazione del letto di semina del cece, sarà sovesciato a mezzo di erpicatura.
L'uso di erbicidi rappresenterà, invece, il principale mezzo di controllo delle infestanti nel Sistema convenzionale, mentre nel Sistema INTEGRATO si cercherà con l'agricoltore di ridurne l'impiego e di adattare la scelta dei principi attivi anche alle specifiche condizioni colturali (vedi bulatura del trifoglio violetto nel frumento 2021/22).
Saranno valutati i seguenti parametri:

- Biomassa e copertura del suolo prodotta dalle cover crop e dalle colture da reddito al momento, rispettivamente, della loro devitalizzazione o raccolta;
- Abbondanza e composizione della flora infestante in ciascuna coltura (alla raccolta/al momento della devitalizzazione e, possibilmente, anche a emergenza colturale completata);
- Evoluzione della banca semi del suolo dal t0 (fine inverno 2019) al t1 (fine del primo ciclo di rotazione);
- Costi economici ed energetici.

Coordinate GPS dei campi sperimentali:
43°34'51.46''N 10°32'02.63''E

Contatti:
andreadeangeli@gmail.com - tel. 0039-347-0738543
daniele.antichi@unipi.it - tel. 0039-050-2218962

TRASEMINA DEL TRIFOGLIO VIOLETTO IN FRUMENTO DURO GESTITO CON METODO BIOLOGICO

Obiettivi

Per il controllo diretto delle infestanti del frumento, gli agricoltori biologici si affidano prevalentemente all'erpice strigliatore. Nei suoli con prevalenza di argilla o limo, tuttavia, l'impiego dello strigliatore a fine inverno (in fase di accestimento del frumento) non sempre risulta efficace a causa delle spesso non ottimali condizioni del suolo. Negli ambienti mediterranei, la sempre maggiore frequenza di inverni con temperature miti e con limitati periodi di gelo risulta di ostacolo alla naturale strutturazione del suolo dovuta all'alternanza gelo-disgelo. Questo comporta il fatto che, spesso, a fine inverno, il terreno seminato a frumento risulti eccessivamente compatto e con pochi micro-aggregati in superficie. In queste condizioni, l'erpice strigliatore si dimostra poco efficace nell'estirpare le plantule delle infestanti. Inoltre, mantenere coperto il terreno nel periodo compreso tra la raccolta dei cereali autunno-vernini e la semina della successiva coltura primaverile risulta di primaria importanza al fine di contenere lo sviluppo della flora infestante reale e di quella potenziale (banca semi del suolo).
Le colture di copertura a semina autunnale rappresentano un validissimo strumento per mantenere coperto il suolo nel periodo di intercoltura. Questo, tuttavia, può risultare difficoltoso quando la coltura primaverile-estiva sia seminata piuttosto precocemente a fine inverno, come nel caso di cece e girasole, comportando la necessità di devitalizzare presto la cover crop, impedendole di produrre elevati quantitativi di biomassa. Per massimizzare la copertura del suolo e ridurre la presenza di infestanti, la bulatura a fine inverno di una cover crop di trifoglio violetto (*Trifolium pratense* L.) all'interno del frumento può risultare una strategia vincente nell'ottica della gestione integrata della flora infestante. Il trifoglio violetto, traseminato nel cereale a fine accestimento, potrà infatti continuare a vegetare anche dopo la raccolta del frumento, mantenendo il terreno coperto fino alla primavera successiva e competendo con le piante infestanti a germinazione estiva ed autunnale. La trasemina nel cereale precedente permette, inoltre, di risparmiare tempo per la crescita della cover crop e di incrementare la sua capacità di produzione di biomassa all'epoca in cui dovrà essere sovesciata a favore della coltura primaverile successiva. Le cover crop più idonee per questo tipo di gestione sono da individuare in specie biennali, come il trifoglio violetto, specie annuali auto-riseminanti (es. trifoglio

sotterraneo, *Trifolium subterraneum* L.) o specie perenni (es. *Trifolium repens* L.).
In questa prova on-farm, saranno valutati per due anni gli effetti della bulatura del trifoglio violetto nel frumento duro (*Triticum turgidum* subsp. *durum* (Desf.)) gestito con metodo biologico. Il trifoglio sarà lasciato vegetare fino all'epoca di semina della successiva coltura di cece (*Cicer arietinum* L.), quando sarà sovesciato mediante erpicatura.

Materiali e metodi

Questa prova on-farm è condotta presso l'azienda agricola Martello Nadia (Cenaia, Pisa) in collaborazione con il Centro di Ricerche Agro-ambientali "Enrico Avanzi" dell'Università di Pisa (CiRAA). Due diversi trattamenti (BULATURA vs FRUMENTO IN PUREZZA) saranno posti a confronto per due anni su due parcelle delle dimensioni di circa 1 ha ciascuna. Ogni trattamento è replicato su 5 pseudorepliche. Al frumento duro, coltivato nel 2018/19, seguirà il cece nella primavera successiva. Saranno valutati i seguenti parametri:

- Biomassa e copertura del suolo prodotta dalle cover crop e dalle colture da reddito al momento, rispettivamente, della loro devitalizzazione o raccolta;
- Abbondanza e composizione della flora infestante in ciascuna coltura (alla raccolta/al momento della devitalizzazione e, possibilmente, anche a emergenza colturale completata);
- Costi economici ed energetici.

Contatti:
andreadeangeli@gmail.com - tel. 0039-347-0738543
daniele.antichi@unipi.it - tel. 0039-050-2218962

Figura 4 - Trifoglio violetto traseminato nel frumento duro nel marzo 2019 dopo l'emergenza

Figura 5 - Campi sperimentali presso l'azienda Martello Nadia (43°35'55.15''N 10°31'48.43''E) (foto ©2017 Google)

FATTORIA SAN GIUSTO A RENTENNANO

Indirizzo:
Loc. San Giusto a Rentennano
53013 Gaiole in Chianti (SI)
tel. +39 0577 747121
Coordinate GPS: 43°22'14.1''N 11º25'19.4''E
e-mail: info@fattoriasangiusto.it

SOCIETÀ AGRICOLA MONTEVERTINE

Indirizzo:
Loc. Montevertine 1
53017 Radda in Chianti (SI)
Coordinate GPS: 43°30'06.2''N 11°23'29.0''E
tel. +39 0577 73.80.09
e-mail: info@montevertine.it

COLTURE DI COPERTURA PER MIGLIORARE I SUOLI NEI VIGNETI DEL CHIANTI CLASSICO

La viticoltura è una componente fondamentale del settore primario dell'Europa mediterranea. In questi paesi i vigneti sono storicamente situati su suoli marginali, poco sviluppati, con evidenza di scheletro e bassa sostanza organica. Tali caratteristiche in combinazione con le ripide pendenze che caratterizzano la maggioranza delle regioni viticole europee e l'andamento climatico Mediterraneo, rendono questi suoli estremamente suscettibili alla degradazione. In tale scenario, pratiche di gestione intensiva del suolo – come la continua lavorazione dell'interfila – hanno esasperato l'impatto della produzione viticola sul suolo. Sebbene il suolo rappresenti un elemento fondamentale del *terroir* e dell'identità di un vino, la viticoltura è ad oggi l'attività agricola che maggiormente contribuisce alla degradazione del suolo nell'Europa mediterranea. Secondo la comunità europea circa 9 tonnellate di suolo per ettaro si perdono ogni anno dai vigneti dell'Europa meridionale.
Le colture di copertura possono giocare un ruolo fondamentale nella mitigazione dell'erosione, aumentando la fertilità chimica, fisica e biologica e in ultima analisi contribuire in maniera significativa a rendere il settore vinicolo europeo più sostenibile. Tuttavia, i viticoltori sono spesso restii all'uso di queste pratiche a causa della potenziale competizione idrico-nutrizionale tra le colture di copertura e la vite. È quindi proprio a livello aziendale che vanno esplorate strategie capaci di proteggere i suoli e allo stesso tempo garantire produzioni agrarie sane, qualitative e redditizie per le comunità rurali.

Obiettivi

Nel Chianti Classico i viticoltori affiliati alla SPEVIS[1] applicano, da diversi anni, pratiche agronomiche basate sull'uso di *dry cover crop*[2] con l'obiettivo di selezionare nel corso degli anni un inerbimento spontaneo poco competitivo. Tuttavia, manca uno studio puntuale e rigoroso in contesto aziendale che compari queste pratiche con gestioni più tradizionali e intensive (es. lavorazioni continue, cover crop interrata). Questa prova intende proprio colmare questo gap e mira a individuare le pratiche di gestione del suolo che permettono di gestire il suolo in maniera sostenibile e allo stesso tempo garantire produzioni soddisfacenti e qualitative. Nello specifico la prova ha l'obiettivo di studiare gli effetti di diverse gestioni sulla fertilità del suolo (aspetti chimici, fisici e biologici del suolo), vegetazione spontanea (composizione e biomassa), vite (stress idrico e contenuto di clorofilla), produzione e qualità dell'uva.

[1] Stazione sperimentale per la viticoltura sostenibile https://www.spevis.it/
[2] Semina di inerbimento artificiale sfalciato in primavera

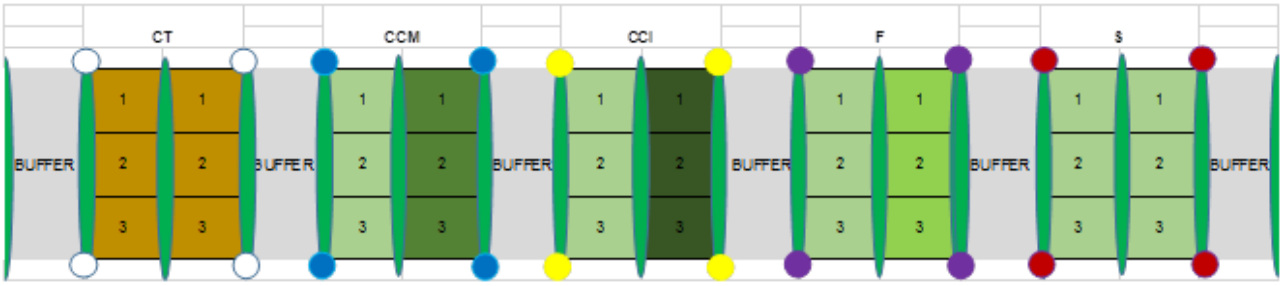


Figura 1 - Disegno sperimentale della prova in ogni azienda. CT=lavorazioni convenzionali; CCM=coltura di copertura di orzo-trifoglio gestita come dry cover crop; CCI=coltura di copertura di orzo-trifoglio incorporata nel suolo; F=favino incorporato nel suolo; S=inerbimento spontaneo

Figure 2A, 2B, 2C e 2D - Aspetto visivo di quattro tipologie di copertura del suolo - A) lavorazione convenzionale; B) favino (*Vicia faba minor* L.) incorporato in tarda primavera; C) mix di orzo (*Hordeum vulgare* L.) e trifoglio squarroso (*Trifolium squarrosum* L.) e D) inerbimento spontaneo sfalciato in tarda primavera e lasciato come pacciamatura

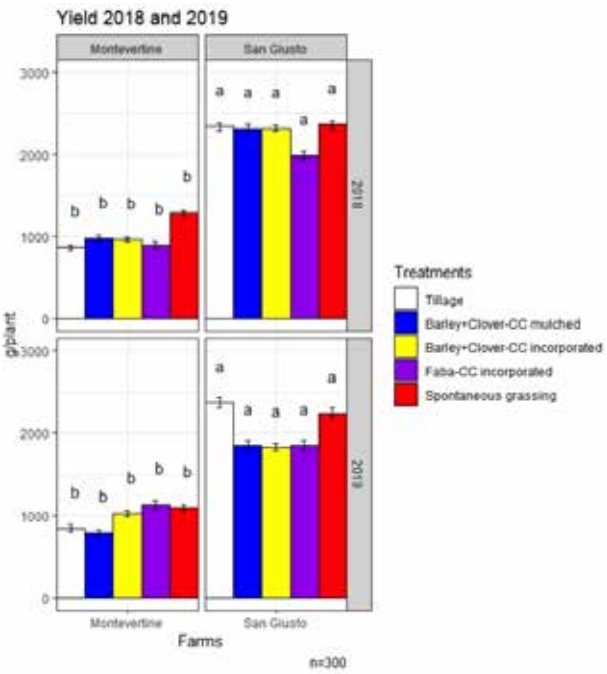


Figura 3 - Resa per pianta (g/pianta) a Montevertine (MT) e San Giusto a Rentennano (SG) nel 2018 e 2019 (n=300). Bianco=lavorazioni convenzionali; Blu=coltura di copertura di orzo-trifoglio gestita come dry cover crop; Giallo=coltura di copertura di orzo-trifoglio incorporata nel suolo; Viola=favino incorporato nel suolo; Rosso= inerbimento spontaneo

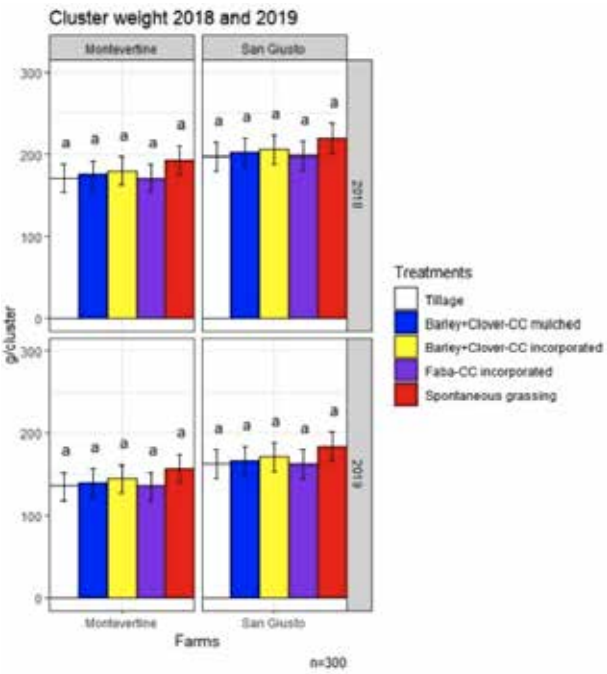


Figura 4 - Peso medio del grappolo (g/grappolo) a Montevertine (MT) e San Giusto a Rentennano (SG) nel 2018 e 2019 (n=300). Bianco=lavorazioni convenzionali; Blu=coltura di copertura di orzo-trifoglio gestita come dry cover crop; Giallo=coltura di copertura di orzo-trifoglio incorporata nel suolo; Viola=favino incorporato nel suolo; Rosso=inerbimento spontaneo

Design sperimentale

La prova sperimentale è condotta in due aziende biologiche del Chianti Classico:

(i) Fattoria San Giusto a Rentennano (SG) (Gaiole in Chianti, Si); precipitazione media annuale 801 mm; temperatura media annuale 14.4°C; altitudine 233 m s.l.m., pendenza 10%;

(ii) Montevertine (MT) (Radda in Chianti, Si); precipitazione media annuale 824 mm; temperatura media annuale 12.6°C; pendenza 425 m s.l.m, pendenza 8%.

I vigneti (*Vitis vinifera*, L. var. Sangiovese R10, portinnesto 420A) su cui insiste la prova hanno lo stesso sesto di impianto (25,0 x 0,8 m, 5.000 viti/ha) e anno di impianto comparabile (1995 a San Giusto e 1991 a Montevertine). Il sistema di allevamento è il cordone speronato a Montevertine e il guyot a San Giusto. Le seguenti gestioni di suolo sono state implementate in entrambe le aziende (Figura 1):

1. Lavorazione Convenzionale (CT), in autunno, primavera ed estate con estirpatore a tre ancore a 15 cm di profondità (Figura 2A);
2. Favino (*Vicia faba minor* L.) seminato a 90 kg/ha, incorporate in tarda primavera (F) (Figura 2B);
3. Mix di orzo (*Hordeum vulgare* L.) e trifoglio squarroso (*Trifolium squarrosum* L.) seminati rispettivamente a 85 e 25 kg/ha, sfalciati in tarda primavera e lasciati in campo come pacciamatura (CCM) (Figura 2C);
4. Mix di orzo (*Hordeum vulgare* L.) e trifoglio squarroso (*Trifolium squarrosum* L.) seminati rispettivamente a 85 e 25 kg/ha e incorporati in tarda primavera (CCI) (Figura 2C);
5. Inerbimento spontaneo sfalciato in tarda primavera e lasciato come pacciamatura (S) (Figura 2D).

La gestione del sottofila è la medesima per tutte le tesi (scalzatura primaverile con dischiera interceppo e una rincalzatura estiva con aratrino). Ogni parcella sperimentale include tre filari e due interfila (circa 5 x 100 m). I trattamenti sono eseguiti a file alterne. Ogni parcella sperimentale è divisa in tre pseudorepliche parallele alla pendenza del vigneto.

Parametri considerati

- Suolo: N, P, K, indice di qualità biologica dei suoli (QBS-ar), stabilità degli aggregati (in post vendemmia);
- Vite: SPAD, potenziale idrico del picciolo (da giugno a settembre);

- Produzione: rese per pianta, numero di grappoli per pianta, peso medio dei grappoli per pianta, peso di 100 acini (alla vendemmia);
- Qualità dei mosti: acidità totale, pH, acido malico, °Brix, antociani totali, indice polifenoli totali (a vendemmia);
- Vegetazione spontanea: biomassa e copertura del suolo per specie (pre terminazione colture di copertura e post vendemmia);
- Colture di copertura: biomassa e copertura del suolo per specie (pre terminazione colture di copertura e post vendemmia).

Risultati

Il periodo compreso tra il germogliamento e l'invaiatura è caratterizzato da alte esigenze nutrizionali e idriche. Ad esempio è stato stimato che la vite richieda circa il 50% del suo fabbisogno idrico dall'allegagione all'invaiatura. In questo studio le colture di copertura sono state seminate a ottobre e terminate a metà giugno in entrambe le annate (2018 e 2019), rimanendo quindi in campo durante il periodo in cui la vite è più sensibile a carenze idriche e nutrizionali. Si è quindi ipotizzato che le diverse gestioni di suolo, influenzando la composizione specifica e la biomassa degli inerbimenti, avessero un effetto negativo sulle rese.

Non è stato tuttavia rilevato alcun effetto significativo del trattamento né sulla resa né sul numero di grappoli per pianta, né sul loro peso medio (Figure 3, 4 e 5) in entrambe le annate. L'azienda ("Farm") è risultato l'unico parametro significativo. Tale risultato è principalmente dovuto alla differenza nel sistema di allevamento tra le due aziende. Le ragioni alla base dell'effetto non significativo della gestione del suolo sulla resa potrebbero essere le seguenti:

(a) Assorbimento complementare di acqua e nutrienti tra la vite e gli inerbimenti;

(b) Annate piuttosto piovose che potrebbero aver "diluito" l'effetto del trattamento, specialmente a Montevertine;

(c) Importanza della gestione del sottofila in confronto all'interfila.

Questi aspetti verranno discussi con i viticoltori per adattare pratiche di gestione del suolo sostenibile nelle diverse realtà del Chianti Classico.

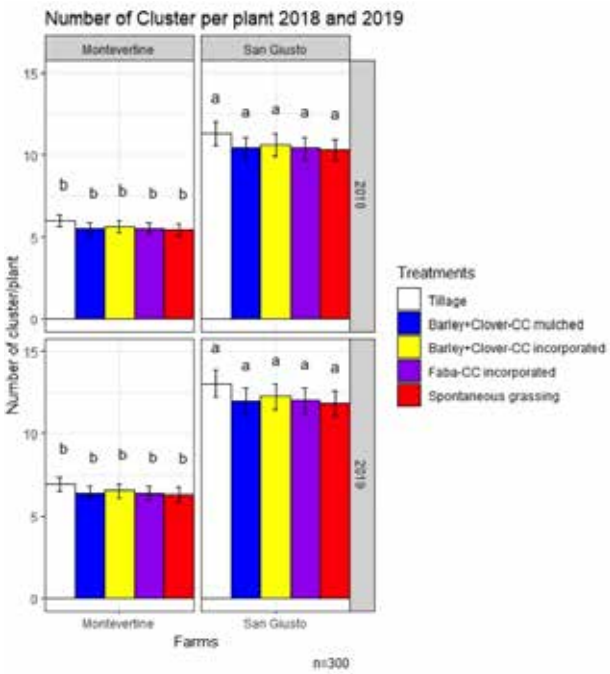


Figura 5 - Numero di grappoli per pianta a Montevertine (MT) e San Giusto a Rentennano (SG) nel 2018 e 2019 (n=300). Bianco=lavorazioni convenzionali; Blu=coltura di copertura di orzo-trifoglio gestita come dry cover crop; Giallo=coltura di copertura di orzo-trifoglio incorporata nel suolo; Viola=favino incorporato nel suolo; Rosso=inerbimento spontaneo

Contatti:
Daniele Antichi: daniele.antichi@unipi.it
tel. 050 2218962
Dylan Warren Raffa: dylan.warrenraffa@santannapisa.it
tel. 050 883569
Paolo Bàrberi: p.barberi@santannapisa.it
tel. 050 883525
Ruggero Mazzilli: rm@spevis.it - tel. 055 852484
Luca Martini di Cigala: luca@fattoriasangiusto.it
tel. 0577 738009
Martino Manetti: martino@montevertine.it
tel. 0577 747121

AZIENDA AGRICOLA DEL SARTO GRAZIANO

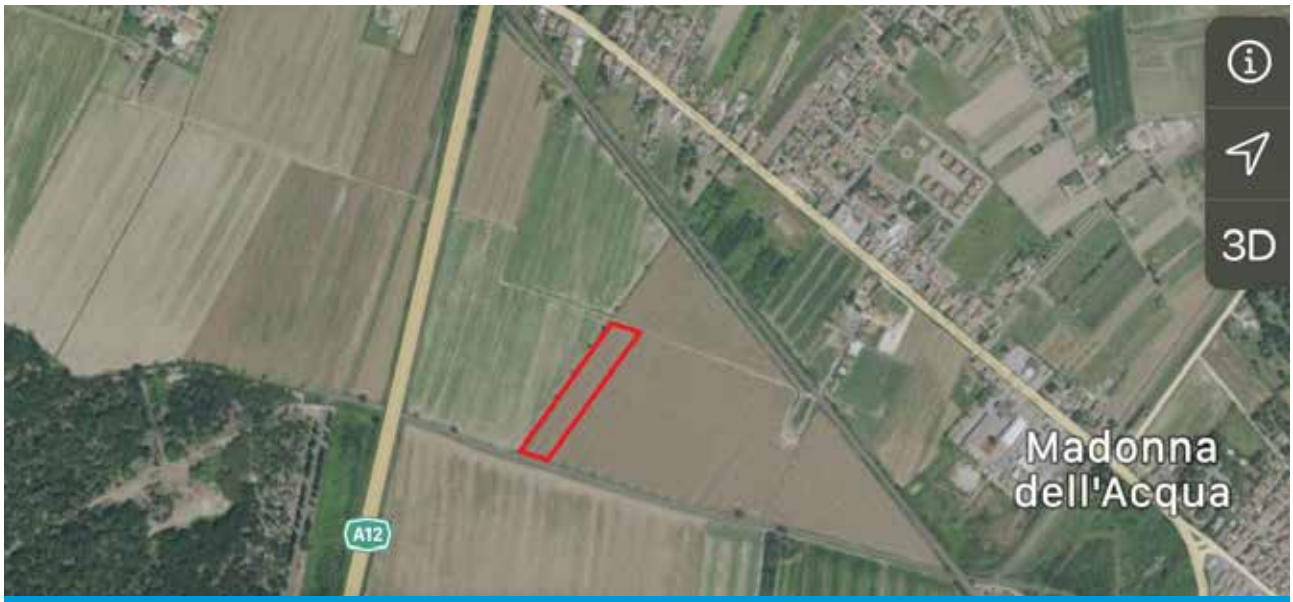


Figura 1 - Ubicazione della prova sperimentale presso l'azienda Del Sarto Graziano

L'azienda è una tipica azienda della pianura Pisana che produce cereali e colture proteoleaginose, su una superficie totale circa di 160 ha, di cui 13 ha di proprietà. La rotazione segue la classica sequenza di cereali invernali, colture estive come mais, soia, sorgo e girasole, alternate a erba medica. Questa azienda partecipa anche ai progetti INNVOA SOIA (http://www.sonotoscano.it/) e Agrestic (https://www.agrestic.eu/). INNOVA SOIA, "Sistemi INNOVAtivi per la coltivazione e la trasformazione della SOIA OGM-free Toscana", è un progetto co-finanziato dalla Regione Toscana – PSR 2014-2020 che mira al trasferimento di tecniche innovative a ridotti input per la produzione di soia in Toscana e all'applicazione di tecnologie innovative per la trasformazione della soia, per un utilizzo in ambito zootecnico. Il progetto "LIFE AGRESTIC – Reduction of Agricultural GReenhouse gases EmiSsions Through Innovative Cropping systems", si inserisce all'interno del più ampio obiettivo di mitigazione del cambiamento climatico del LIFE Programme for the Environment and Climate Change 2014-2020 (finanziato dall'UE) e promuoverà l'adozione di sistemi colturali innovativi ed efficienti, ad alto potenziale di mitigazione del cambiamento climatico, e contribuirà alla diffusione di visioni e strumenti innovativi per un'agricoltura più efficiente e attenta agli impatti sul clima.

Indirizzo:
Azienda Agricola Del Sarto Graziano
Via Ferrucci 8
56017 San Giuliano Terme (PI)
Coordinate del campo sperimentale:
43°74'55'' N 10°35'95'' E

Per informazioni, contattate:
Graziano del Sarto
Email: graziano.delsarto@libero.it

LA BULATURA DEL FRUMENTO CON LEGUMINOSE IN UN'AZIENDA AGRICOLA NELLA PIANA PISANA

Per due anni consecutivi è stata condotta una sperimentazione in piccole parcelle presso il CIRAA a San Piero a Grado e nei campi sperimentali di HORTA a Ravenna, con lo scopo di selezionare e valutare le leguminose più adatte a essere utilizzate in bulatura con il frumento nelle condizioni pedo-climatiche locali. Nello studio realizzato a Pisa, gli effetti della bulatura sono stati studiati a livello di rotazione colturale, verificando l'effetto anche sulla produzione e il controllo delle infestanti nel sorgo successivo (potete approfondire i risultati di questi esperimenti presso CIRAA e Horta in questo opuscolo alle pagine 45 e 60). L'idiotipo di leguminosa da utilizzare in bulatura, infatti, deve avere caratteristiche specifiche, come ad esempio una rapida crescita durante i primi stadi di sviluppo, un portamento prostrato e una produzione di biomassa non eccessiva che garantisca un buon controllo della flora infestante e al tempo stesso non competa con la coltura principale. Inoltre, dev'essere in grado di coprire il suolo dopo la raccolta del frumento, in modo da contrastare la germinazione e la crescita delle infestanti come pacciamatura viva o morta fino alla semina della coltura successiva.
Gli esperimenti sul campo catalogo a Pisa hanno identificato un numero di leguminose perenni e annuali auto-riseminanti potenzialmente adatte.
Le leguminose annuali non possedevano tutte le caratteristiche necessarie. In questa prova aziendale testiamo due di queste leguminose in un contesto reale, seminato nel campo di un agricoltore con i mezzi che l'agricoltore ha a sua disposizione.

Obiettivi

Gli obiettivi di questa prova sono di monitorare lo sviluppo delle leguminose, la loro capacità di controllo delle infestanti, la disponibilità di azoto nella coltura successiva, la resa e la qualità del frumento e del sorgo che verrà seminato successivamente nella primavera del 2021. Vogliamo confrontare il comportamento delle leguminose e il comportamento del frumento nel campo di un agricoltore quando le colture vengono seminate con gli strumenti disponibili in questa azienda.

Materiali e Metodi

Questa prova in azienda è stata organizzata insieme a un agricoltore rappresentativo per la piana Pisana, Graziano Del Sarto. L'obiettivo è testare due tra le migliori leguminose del campo catalogo descritto prima: *Medica sativa* cv Gamma and *Trifolium*

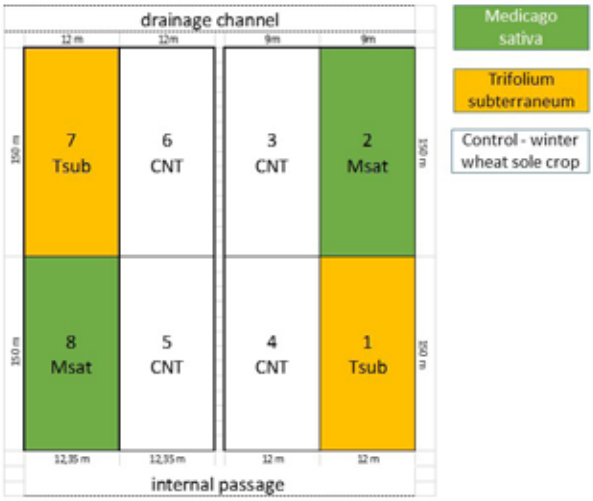


Figura 2 - Disegno sperimentale

Figura 3 - Frumento duro cv Minosse poco dopo l'emergenza

subterraneum subsp. brachycalicinum cv Mintaro.
La prova è posizionata in un'area di 1,8 ha circa, composta da due campi da 2 x 300 m circa, separati da un piccolo canale di drenaggio (Figura 2). In questa zona sono posizionate quattro aree di saggio scelte in base al gradiente di piante infestanti presente lungo il campo. Per questo motivo ogni campo è stato diviso in quattro zone di 25 x 150 m, e ogni zona è a sua volta divisa in una parcella dove il frumento cresce in bulatura con la leguminosa mentre nell'altra metà

il frumento cresce in monocoltura, come avrebbe fatto l'agricoltore normalmente in questo campo, in modo da avere un confronto diretto dell'effetto della bulatura.
Il campo era precedentemente coltivato a mais e lasciato incolto fino a gennaio 2020. A causa delle condizioni meteorologiche anomale dell'autunno, il frumento è stato seminato il 12 gennaio 2020, con due mesi di ritardo. È stato seminato il frumento di varietà Minosse, fornito dal nostro partner di progetto ISEA, a 250 kg/ha (circa 490 semi/ha) in file con una larghezza di 13 cm. Questa distanza tra le file è insolita, considerata la volontà di utilizzare la bulatura, ma è motivata dal fatto che la seminatrice dell'agricoltore non è stata in grado di aumentare la larghezza della fila fino a 17 o 18 cm, che di solito viene eseguita in caso di bulatura per fornire più spazio alla leguminosa. Minosse è stata usata come varietà già testata con successo nel campo catalogo e non è soggetta all'allettamento.
Prima della semina il campo è stato fertilizzato con 130 kg/ha di un fertilizzante minerale N-P 12-52.
A metà febbraio la coltura si era stabilita bene con una densità media di 277 piante/m^2 (Figura 3) e la coltura è stata concimata con 150 kg/ha di fertilizzante minerale composto da 32% di azoto ureico e 6% di azoto ammoniacale. Il 25 marzo, all'inizio levata, le leguminose sono state seminate a una densità di 40 kg/ha per entrambe le specie (Figura 4) e i semi sono stati incorporati dal passaggio con lo strigliatore (Figura 5).

Per informazioni sulla sperimentazione:
Anna-Camilla Moonen c.moonen@santannapisa.it
Federico Leoni f.leoni@santannapisa.it
tel. 050.883567

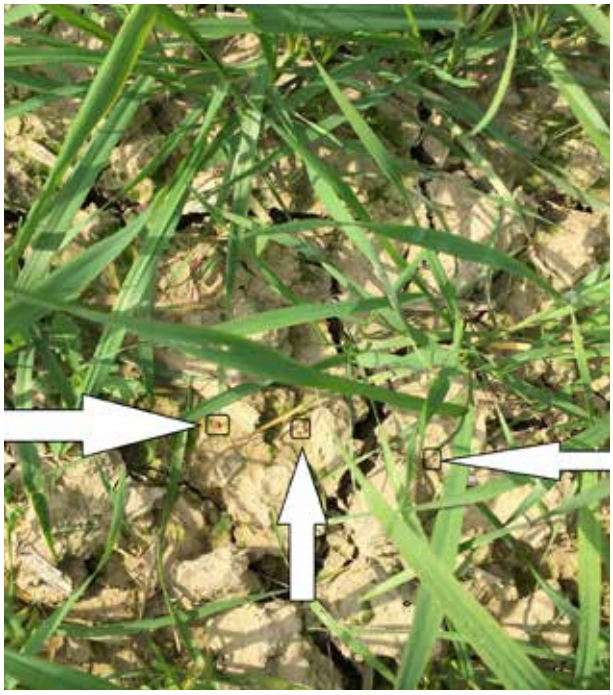
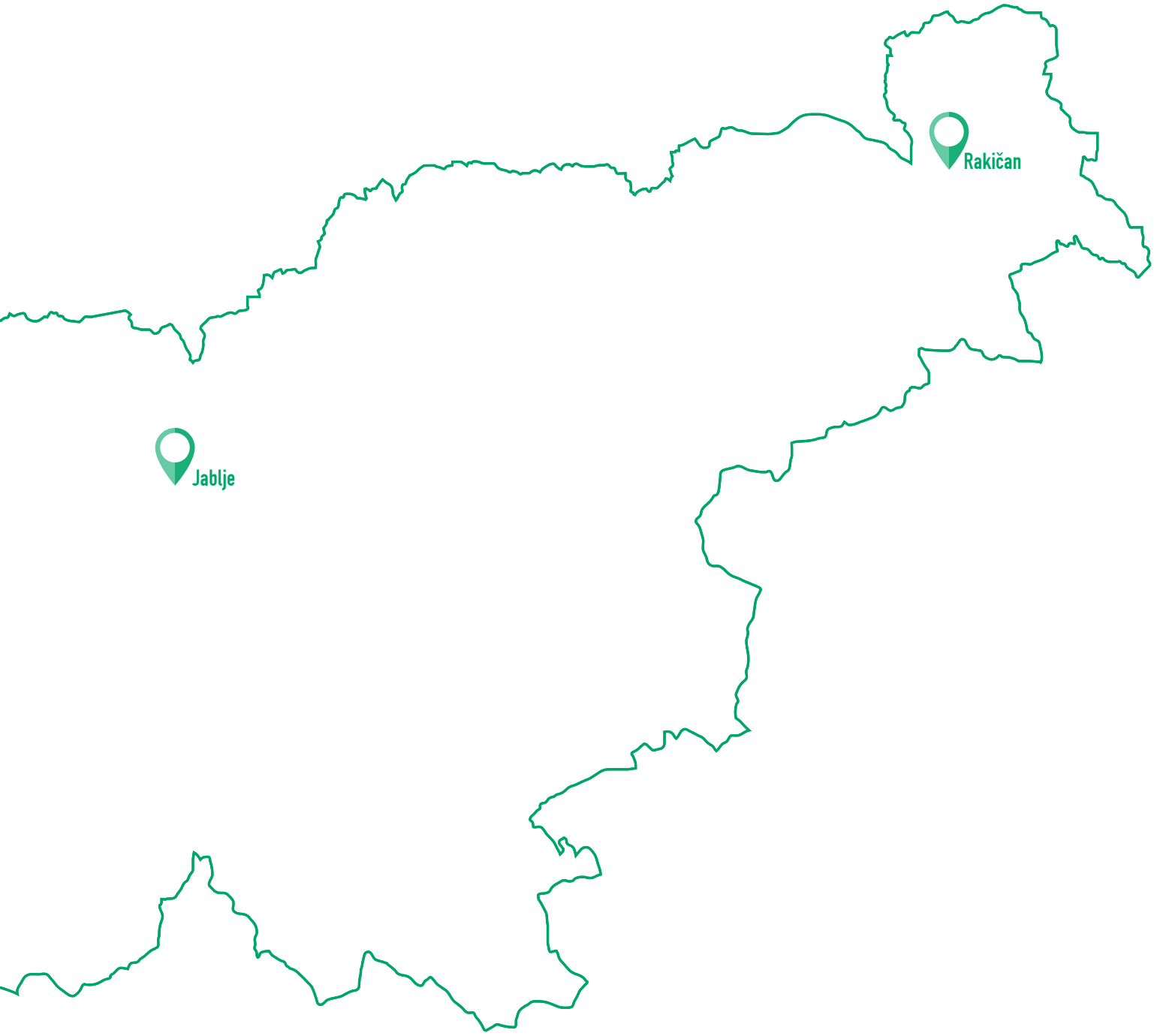


Figura 4 - Semi di *Trifolium subterraneum* dopo la semina a spaglio nel frumento

Figura 5 - I semi delle leguminose vengono interrate con il passaggio di uno strigliatore. Il terreno era secco e lo strigliatore ha solo parzialmente rotto la crosta.

SLOVENIA



PROVE SPERIMENTALI GESTITE DALL'ISTITUTO PER L'AGRICOLTURA DELLA SLOVENIA – CENTRO PER LE INFRASTRUTTURE DI JABLJE (IC JABLIE)

Kmetijski inštitut Slovenije
Agricultural Institute of Slovenia

Figure 1 e 2 - Ubicazione delle prove WP3-orzo e WP4-mais a IC Jablje nel 2019

Il Centro per le Infrastrutture di Jablje (IC Jablje) fa parte dell'Istituto per l'Agricoltura della Slovenia ed è impegnato nell'implementazione e nel trasferimento dell'innovazione delle pratiche agricole. IC Jablje è situato nella Slovenia centrale, una zona con clima umido continentale. L'azienda agricola opera su una superficie di 410 ha di terreno a seminativo con suoli che vanno dal franco-sabbioso al limoso-argilloso. La produzione agricola è basata sulle pratiche agronomiche tradizionali, con forti limitazioni nelle aree umide protette e con una parte di superficie in fase di conversione alla produzione biologica. L'azienda dispone di uno staff di esperti qualificati nel campo della ricerca e collabora strettamente con i servizi di assistenza tecnica. Sperimentazione in campo, organizzazione di workshop, corsi di formazione e altri eventi divulgativi fanno di IC Jablje un importante centro per la ricerca agricola e il trasferimento delle conoscenze al servizio degli utenti finali, ovvero esperti nazionali, imprenditori agricoli e studenti.

Indirizzo:
Kmetijski Inštitut Slovenije
IC Jablje, Grajska cesta 1
1234 Mengeš – Slovenia
Coordinate GPS: 46°08'31.02"N 14°33'17.6"E
http://www.kis.si/en/Presentation_ICJ/

Prove sperimentali di IWMPRIASE a Jablje:
WP3 – Frumento
WP4 – Mais

Per informazioni e visite guidate alle prove WP3 e WP4 contattare:
Aleš Kolmanič
e-mail: ales.kolmanic@kis.si
tel. +386 1 560 74 12
Robert Leskovšek
e-mail: robert.leskovsek@kis.si
tel. +386 1 280 52 61

Altre prove di IWMPRAISE in Slovenia:
WP5 – Prova su Rumex in due siti
Sito 1: Ajdovščina (45°52'37.294"N 13°54'2.4"E)
Sito 2: Murski Črnci (46°37'15.2"N 16°6'15.3"E)

Per informazioni e visite guidate alla ptova WP5 contattare:
Andrej Vončina
e-mail: andrej.voncina@kis.si
tel. +386 1 560 72 51
Robert Leskovšek
e-mail: robert.leskovsek@kis.si
tel. +386 1 280 52 61

WP3 – PROVA SPERIMENTALE SU ORZO INVERNALE A IC JABLJE

Obiettivi

Questa prova, realizzata nell'ambito del progetto IWMPRAISE, mira a testare e confrontare l'efficienza delle strategie di lotta alle malerbe basate sul diserbo chimico primaverile e autunnale con due strategie di lotta integrata sulla produzione di orzo invernale. L'obiettivo è di ridurre la dipendenza dal diserbo chimico impiegando pratiche agricole che limitano la presenza delle infestanti e la loro germinazione e ne riducono la competizione nei confronti della coltura.

Materiali e metodi

Una prova dimostrativa su orzo invernale (varietà Sandra) è stata avviata al Centro di ricerca IC Jablje a ottobre 2018 per confrontare due strategie di lotta integrata alle malerbe con due approcci standard basati solamente sul diserbo chimico. Il trattamento erbicida in pieno campo effettuato in autunno o in primavera ha rappresentato la pratica standard di lotta, mentre le strategie di lotta integrata prevedevano la riduzione degli erbicidi combinata al diserbo meccanico. Le strategie a confronto sono presentate in Tabella 1, mentre i dettagli relativi alla loro realizzazione sono descritti nel testo che segue. La coltura precedente nel campo sperimentale era il mais. Dopo la raccolta il campo è stato arato ed è stato preparato il letto di semina con lo strigliatore a fine settembre 2018. L'orzo è stato seminato alla data ottimale di semina (3.10.2018) per le strategie 1, 2 e 3. In strategia 4 sono state effettuate la falsa semina e la semina ritardata. Le condizioni, caratterizzate da temperature calde e suolo umido, sono state molto favorevoli per la germinazione delle infestanti. Per la preparazione della falsa semina la struttura del terreno non era adatta alla strigliatura. Pertanto in strategia 4 è stato eseguito un passaggio con l'erpice (o coltivatore) a denti rigidi. L'effetto della lavorazione superficiale è stato molto positivo e buona parte delle infestanti emerse in autunno è stata eliminata.
In strategia 4 l'orzo è stato seminato due settimane dopo (18.10.2018) ed è stato strigliato in primavera. In strategia standard 1 il diserbo chimico è stato effettuato a inizio primavera, mentre in strategia standard 2 l'erbicida è stato distribuito in autunno (24.10.2018, allo stadio fenologico BBCH 12) e per entrambe le strategie standard sono state impiegate le dosi raccomandate di erbicidi.
La strigliatura è stata eseguita molto presto, a fine febbraio, in condizioni di suolo favorevoli, ma a causa della siccità pochissime specie infestanti sono emerse in quel periodo. L'effetto della strigliatura è stato adeguato e nelle strategie 3 e 4 sono state usate dosi ridotte di erbicidi nei trattamenti primaverili.

Strategia	Standard 1	Standard 2	Strategia 3	Strategia 4
Tesi	HER_spring	HER_autumn	HAR_spring + HER_reduced 60%	FALSE + DEL_sow + HAR_spring + HER_reduced 60%
Lavorazione del suolo	Aratura autunnale	Aratura autunnale	Aratura autunnale	Aratura autunnale
Falsa semina	No	No	No	Sì
Epoca di semina	Ottimale	Ottimale	ottimale	Ritardata 14 giorni
Periodo del diserbo chimico	Trattamento primaverile EC24	Trattamento autunnale EC12	Trattamento primaverile EC24	Trattamento primaverile EC24
Dose	Raccomandata*	Raccomandata**	Ridotta* 60%	Ridotta* 60%
Diserbo meccanico	No	No	Strigliatura	Strigliatura

* iodosulfuron-methyl sodium 100 g/L - Hussar OD 0,1 g/L/ha
** Prosulfocarb 800 g/L - Boxer 5 L/ha

Tabella 1 - Descrizione delle strategie relative alla prova sperimentale su orzo invernale a IC Jablje

Figure 3 e 4 - La strigliatura a fine febbraio (a sinistra) e il diserbo chimico a fine marzo (a destra)

Figure 5 e 6 - Differenza tra la densità delle infestanti nella parcella a semina tardiva e falsa semina (a sinistra) e quella nella parcella seminata in epoca ottimale (a destra) osservata in autunno

Risultati

Le condizioni meteorologiche della campagna 2018/19 sono risultate piuttosto difficili. Il caldo insolito e la siccità verificatasi a febbraio e marzo 2019, sono continuate in primavera impedendo alla coltura di raggiungere la resa potenziale prevista per una buona performance. A maggio e giugno è seguito un periodo freddo e piovoso, che ha provocato un sostanziale ritardo nello sviluppo vegetativo e tutti i trattamenti insetticidi e fungicidi sono stati eseguiti in condizioni di suolo molto difficili. La semina tardiva, combinata con la falsa semina, ha consentito di ridurre la presenza di infestanti in autunno e l'effetto è stato chiaramente visibile fino al diserbo chimico primaverile.

Dopo la semina autunnale, le condizioni meteorologiche della strategia a semina tardiva sono state favorevoli. Un lieve ritardo nello sviluppo dell'orzo è stato tuttavia riscontrato a inizio primavera e in estate, quando la strategia a semina tardiva appariva 2-4 giorni indietro rispetto alle parcelle seminate in epoca ottimale (Figure 9 e 10).

La biomassa secca delle infestanti è stata rilevata il 5.6.2019 alla fase di maturazione lattea dell'orzo (Figura 11). Il diserbo chimico autunnale (strategia 2) è risultato il metodo di lotta nettamente più efficace, con una buona persistenza residua visibile fino alla raccolta. In questo sistema sono stati rilevati solo 4 g/m^2 di biomassa infestante. La strategia standard 1, che prevede il diserbo chimico primaverile, ha registrato una biomassa infestante di 11 g/m^2, mentre in strategia 4 con semina tardiva, falsa semina, strigliatura e dose ridotta di erbicidi sono stati rilevati 14 g/m^2. Entrambe queste strategie si sono quindi dimostrate efficaci. La densità di infestanti più elevata, pari a 64 g/m^2, è stata invece osservata in strategia 3, caratterizzata da semina in epoca ottimale, strigliatura e dose ridotta di erbicidi. La differenza con le altre strategie in termini di biomassa infestante appare assai significativa.

Le rese in granella di orzo (Figura 14) sono state correlate ai risultati della presenza di infestanti nelle strategie a confronto. La resa più elevata (6,12 t/ha) è stata riscontrata in strategia standard 2 con

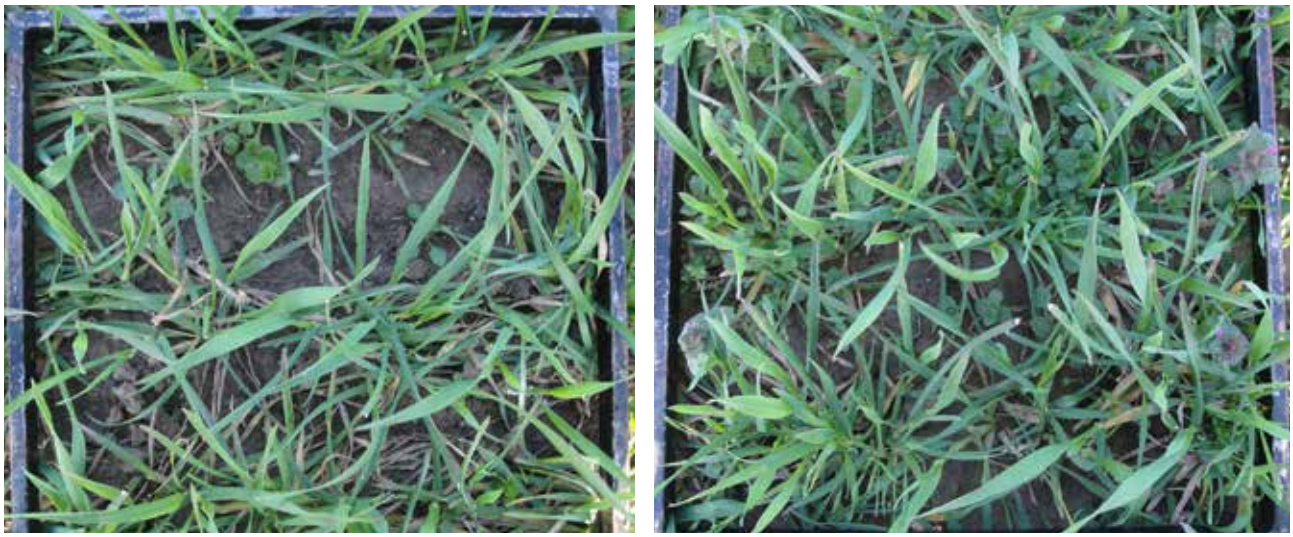


Figure 7 e 8 - Densità delle infestanti nella parcella a semina tradiva e falsa semina (a sinistra) e in quella seminata in epoca ottimale (a destra) osservata in primavera

Figure 9 e 10 - Lo sviluppo dell'orzo nella parcella seminata in epoca ottimale e a semina tardiva osservato in autunno (a sinistra) e a fine primavera (a destra)

diserbo chimico autunnale, seguita dalla strategia 4 con semina tardiva, falsa semina, strigliatura e dose ridotta di erbicidi (6,09 t/ha). La strategia standard 1 con diserbo chimico primaverile ha registrato una resa di 5,56 t/ha, mentre la resa più bassa (5,02 t/ha) è stata ottenuta dalla strategia 3 con strigliatura primaverile e dose ridotta di erbicidi.
I risultati della prova sono stati presentati a circa 60 partecipanti (in prevalenza agricoltori) alla giornata aperta sul frumento tenutasi a Jablje, con dibattito durante la visita guidata ai campi sperimentali. La prova è stata inoltre visitata da specialisti ed esperti (15 partecipanti) che hanno potuto osservare sul campo i risultati delle diverse strategie di lotta integrata (Figure 15 e 16).

Le condizioni climatiche sfavorevoli del 2019 non hanno consentito rese in orzo elevate nella regione centrale della Slovenia. I risultati dimostrano che la resa della strategia di lotta integrata che prevede un ritardo della semina di 14 giorni e la falsa semina seguita dalla strigliatura e dal diserbo chimico a dosi ridotte è comparabile con i trattamenti chimici standard eseguiti in autunno.

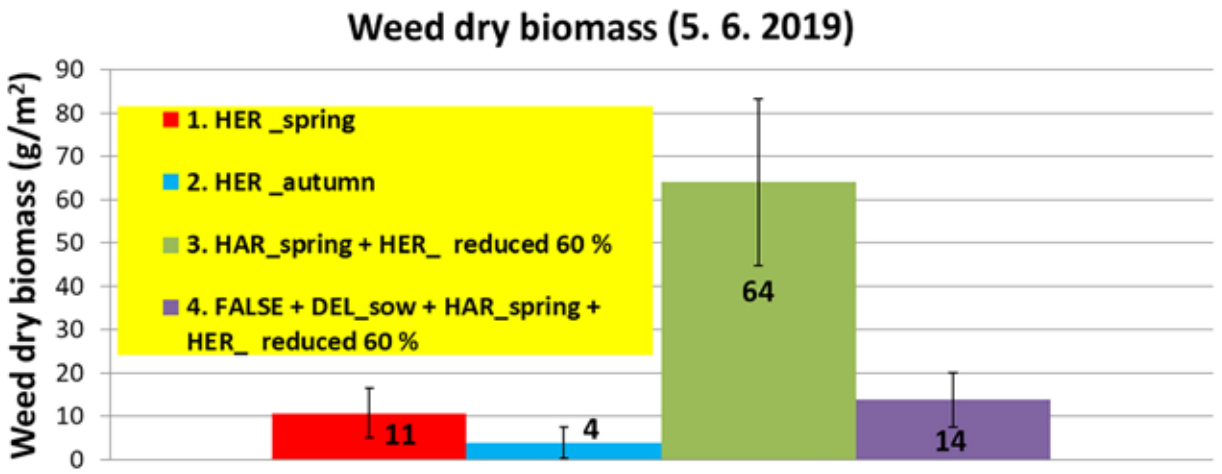


Figura 11 - Biomassa secca delle infestanti a Jablje per le 4 strategie a confronto (le linee verticali rappresentano gli errori standard)

Figure 12 e 13 - La raccolta e la valutazione di resa dell'orzo sono state eseguite il 29.6.2019

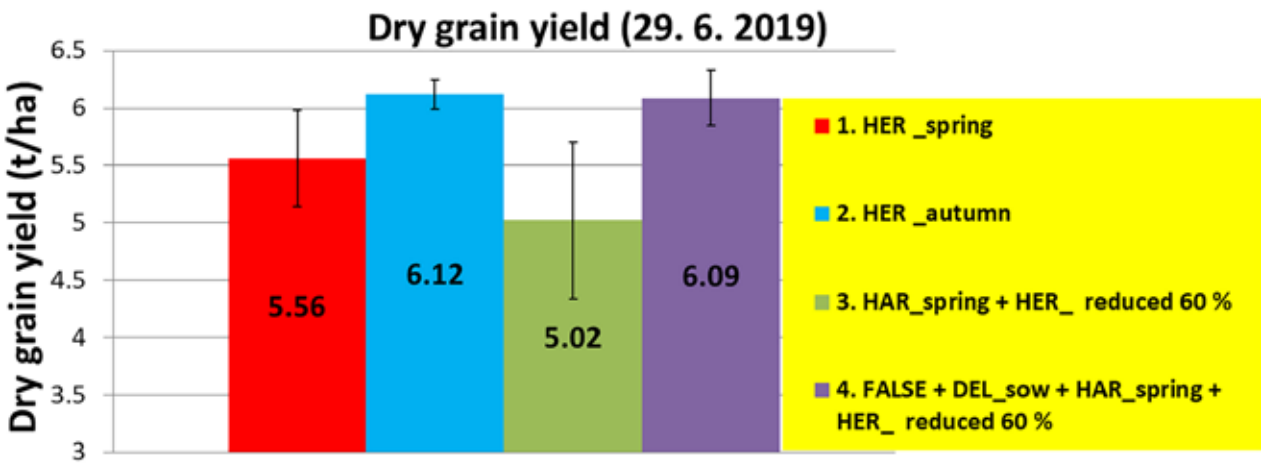


Figura 14 - Rese medie in granella secca di orzo a Jablje per le 4 strategie a confronto (le linee verticali rappresentano gli errori standard)

Figure 15 e 16 - Immagini della giornata aperta sul frumento tenutasi a Jablje

WP 4 – PROVA SPERIMENTALER SU MAIS A IC JABLJE

Obiettivi

Una prova dimostrativa è stata avviata alla fine di aprile 2019 per testare su mais diverse combinazioni di trattamenti erbicidi e diserbo meccanico. A causa delle condizioni meteorologiche sfavorevoli, nel 2018 le previste strategie di lotta alle malerbe non sono state completamente applicate. È stato pertanto deciso di seguire anche nel 2019 lo stesso protocollo sperimentale del 2018. La descrizione delle strategie a confronto è riportata in Tabella 2.

Materiali e metodi

La prova è stata avviata il 26 aprile 2019 con la varietà Fisixx, in condizioni di clima caldo e secco. Un paio di giorni dopo la semina è iniziato un periodo freddo e piovoso che è durato praticamente tutto il mese di maggio. In ulteriore aggravio, si sono inoltre verificati due eventi calamitosi con forti piogge e grandine. Il diserbo chimico è stato eseguito in base al protocollo sperimentale. In strategia 1 è stata applicata la dose raccomandata standard di erbicidi in corrispondenza alla fase fenologica ottimale di 2-3 foglie del mais, mentre la maggior parte delle malerbe erano anche allo stadio di 2-3 foglie. Nelle strategie 2 (trattamento a dose ridotta) e 3 (trattamento in banda) sono stati utilizzati i medesimi erbicidi della strategia 1 alla stessa data (fase 2-3 foglie). Nelle strategie 3 (con applicazione in banda) e 4 (solo diserbo meccanico), gli interventi di lotta alle malerbe sono stati pianificati in modo da intervenire con il finger weeder in due fasi fenologiche del mais.

In generale, le condizioni pedo-climatiche erano adatte a favorire l'efficacia del trattamento erbicida, il suolo era sufficientemente umido e la maggior parte delle infestanti è germinata in primavera e a inzio estate. A maggio e giugno le condizioni di estrema piovosità hanno causato la formazione della

Strategia	Standard 1	Strategia 2	Strategia 3	Strategia 4
Tesi	CON	HER_red	HER_row	ORG
Lavorazione del suolo	Aratura autunnale	Aratura autunnale	Aratura autunnale	Aratura autunnale
Diserbo chimico	Sì	Sì	Sì	No
Dose erbicidi	Raccomandata in pieno campo*	Ridotta (60%) in pieno campo*	Raccomandata trattamento sulla fila (30 cm)**	/
Periodo del diserbo chimico	Trattamento precoce post-emergenza EC12	Trattamento precoce post-emergenza EC12	Trattamento precoce post-emergenza EC12	/
Diserbo meccanico	No	Sì x 1	Sì x 1	Sì x 2
Sarchiatura in interfila	/	/	/	EC14
Finger weeder	/	EC16	EC16	EC16

* (S-metolachlor 375 g/L + therbuthylazine 125 g/L + mesotrione 37,5 g/L) - Lumax 3,75 L/ha

** la dose raccomandata è stata applicata sulla fila di 30 cm (60% della dose in pieno campo)

Tabella 2 - Descrizione delle strategie su mais a IC Jablje nel 2019

Figure 17 e 18 - Quattro settimane dopo la semina lo sviluppo del mais si presentava molto stentato (a sinistra); a inizio giugno 2019 è stata eseguita la prima sarchiatura in interfila (a destra)

Figure 19, 20 e 21 - Il 2019 è stato caratterizzato da eventi meteorologici calamitosi

crosta superficiale, pertanto in strategia 4 (biologica) alla fase di 4 foglie è stato necessario eseguire una sarchiatura in interfila (Figure 17 e 18) anziché con il finger weeder, mentre il secondo passaggio è stato eseguito con il finger weeder anche per le strategie 2 e 3. Questo è avvenuto allo stadio di 6 foglie e in questa fase la maggior parte delle infestanti aveva già superato la fase ottimale di crescita affinchè il loro controllo lungo la fila potesse essere efficace.

Risultati

L'annata 2019 è stata generalmente molto difficoltosa a causa delle eccessive condizioni di piovosità. Si è inoltre verificato un evento grandinigeno alla fine di giugno che ha causato danni e ha probabilmente avuto moderate ripercussioni sulla resa del mais alla raccolta.
I risultati relativi alla presenza di infestanti a fine agosto 2019 (Figura 24) mostrano che la strategia più efficace è stata la strategia 2 con trattamento a dose ridotta (60% della dose consigliata) e sarchiatura che aveva una biomassa infestante di 13 g/m^2. La strategia standard 1 e la strategia 3, con trattamento sulla fila e sarchiatura, sono state meno efficaci, registrando una biomassa infestante rispettivamente di 31 g/m^2 e 52 g/m^2. A questo risultato può avere fortemente contribuito l'infestazione irregolare di equiseto (*Equisetum arvense*). La biomassa secca più elevata di infestanti (171 g/m^2) è stata riscontrata, nella strategia biologica 4 (ORG), basata sul solo diserbo meccanico (Fig.24).
La resa media più alta (11 t/ha) è stata invece ottenuta dalla strategia standard 1 (Figura 25). Rese simili sono state conseguite dalle strategie 2 (10,4 t/ha) e 3 (10,5 t/ha). L'elevata piovosità ha fortemente influenzato l'efficacia del diserbo meccanico e la

Figure 22 e 23 - La prova su mais a inizio settembre (a sinistra) e alla raccolta (a destra)

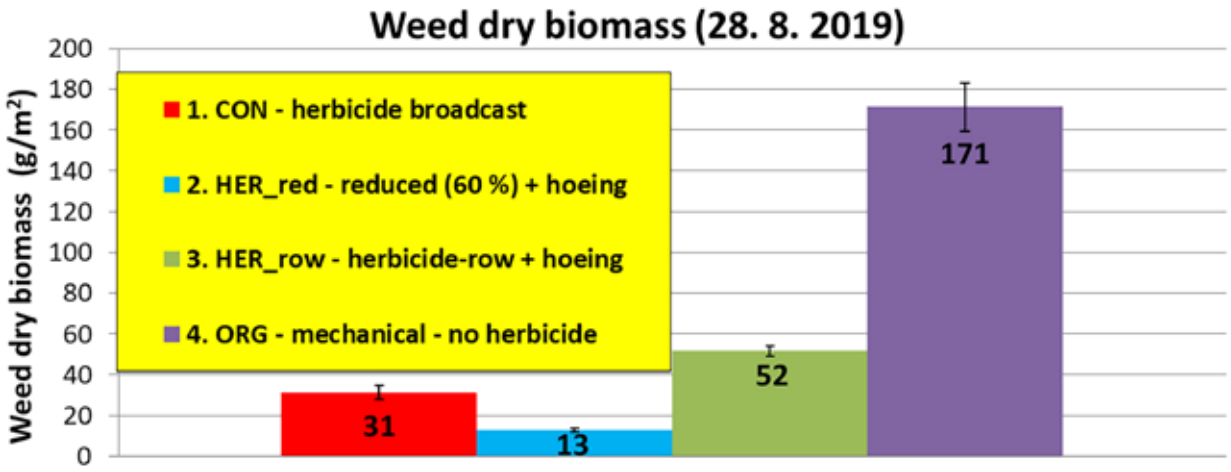


Figura 24 - Biomassa secca di infestanti su mais a Jablje per le 4 strategie a confronto (le linee verticali rappresentano gli errori standard)

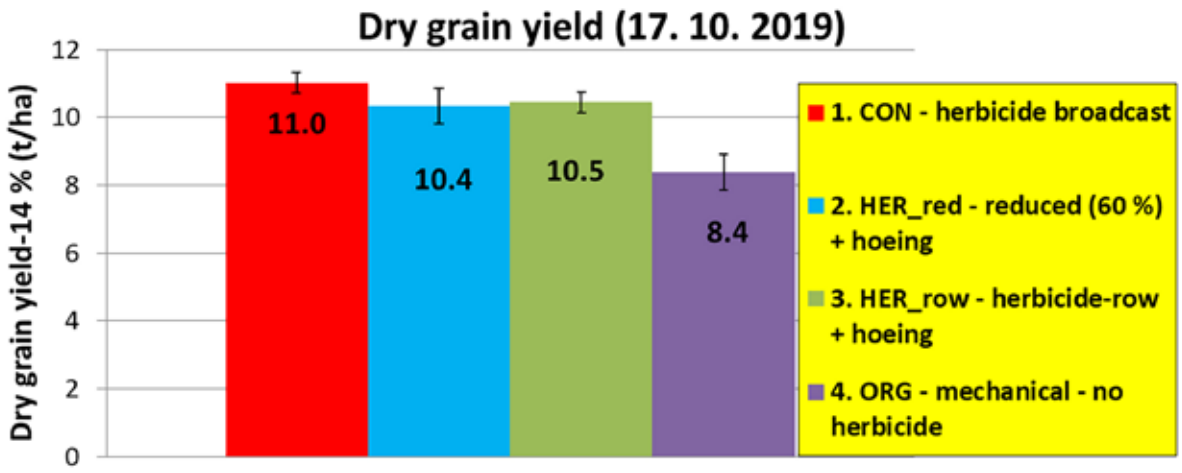


Figura 25 - Resa media di granella di mais a Jablje per le 4 strategie a confronto (le linee verticali rappresentano gli errori standard)

strategia 4 ha ottenuto la resa più bassa (8,4 t/ha) a causa della notevole presenza di infestanti.
I risultati della prova sono stati presentati alla giornata aperta sul mais tenutasi a Jablje. La discussione è continuata durante la visita guidata ai campi sperimentali, dove circa 70 partecipanti (in prevalenza agricoltori e consulenti) hanno potuto osservare i risultati delle diverse strategie di lotta integrata (Figure 26, 27 e 28).

WP4 – PROVA DIMOSTRATIVA SU MAIS PRESSO UN'AZIENDA AGRICOLA (KGZS-ZAVOD LJ)

Il partner KGZS-LJ (Camera Agricoltura e Foreste della Slovenia) ha avviato una prova dimostrativa presso un'azienda agricola per confrontare il diserbo chimico standard con il diserbo chimico ridotto e quello meccanico. La prova aveva finalità dimostrative, con l'esecuzione della sarchiatura da parte di uno degli agricoltori nel corso della giornata aperta. L'interesse per questo evento è stato notevole con la partecipazione di più di 30 agricoltori,presenti alla dimostrazione in campo (Figure 29, 30 e 31). Sono state illustrate le attività del progetto IWMPRAISE e gli agricoltori hanno

Figure 26, 27 e 28 - Immagini della giornata aperta 2019 sul mais tenutasi a Jablje

espresso grande interesse per il lavoro svolto e per possibili collaborazioni future.

Sviluppi futuri

In entrambe le annate 2018 e 2019 le rese medie ottenute nelle prove WP3, frumento e orzo sono state scarse, pertanto le strategie di lotta integrata non hanno influito del tutto positivamente sulle rese. Entrambe le annate sono state caratterizzate da condizioni meteorologiche fuori dalla norma che hanno impedito l'applicazione delle strategie previste secondo i protocolli sperimentali. Nella campagna 2019/2020 l'orzo invernale è al momento in coltura e si stanno testando analoghe strategie di lotta.
Nella prova WP4 su mais sono stati ottenuti risultati molto positivi nella strategia con dose ridotta di erbicidi, trattamento sulla fila e diserbo meccanico con sarchiatrice o finger weeder. Anche nel 2020 la prova su mais seguirà lo stesso protocollo degli anni precedenti, poiché le strategie e gli strumenti previsti sono stati applicati in condizioni climatiche sfavorevoli.

WP5 – LOTTA BIOLOGICA AL *RUMEX* IN SLOVENIA (AD AJDOVŠČINA E MURSKI ČRNCI)

Il *Rumex obtusifolius* è una infestante comune nei terreni agricoli, frequentemente presente nei prati e pascoli. È in grado di ricrescere più volte dopo la defogliazione e la lavorazione del suolo. La sua presenza nei terreni agricoli è favorita dalla capacità di produrre una grande quantità di seme persistente e facile da disperdere.
Una pratica comunemente utilizzata per la sua eliminazione è l'uso di erbicidi o del diserbo meccanico (compresa la raccolta a mano). Un'altra opzione, indicata da alcuni articoli apparsi in riviste scientifiche, è l'uso di insetti adatti alla lotta biologica al *R. obtusifolius*. Studi precedenti condotti in Svizzera dal CABI hanno dimostrato la potenzialità dei trattamenti biologici contro il *R. obtusifolius* con una specie della famiglia dei Sesiidi, la *Pyropteron chrysidiforme*. Le larve dell'insetto si nutrono infatti delle radici di *R. obtusifolius* indebolendo la sua

Figure 29, 30 e 31 - Immagini della giornata aperta sul mais organizzata presso un'azienda agricola in Slovenia

capacità di crescita e l'elevata presenza di larve può causare la morte della pianta.

Obiettivi

Nell'ambito del progetto IWMPRAISE è in corso di realizzazione uno studio triennale che mira ad applicare il metodo dei rilasci di massa di *P. chrysidiforme* nelle condizioni ambientali più favorevoli all'incremento della popolazione di insetti. Nei prossimi anni saranno studiati l'attecchimento di *P. chrysidiforme* in seguito al suo rilascio mirato e il suo impatto sulla mortalità di *R. obtusifolius*.

Materiali e metodi

La prova in campo continua per il terzo anno consecutivo in due siti della Slovenia. Uno è localizzato nella regione sud-occidentale di Vipavska Dolina (Sito 1) a clima mite mediterraneo, l'altro si trova nel nordest della Slovenia nella regione di Prekmurje (Sito 2) a clima continentale, con inverni freddi ed estati calde e secche. In ciascun sito è stato selezionato un appezzamento con una presenza relativamente elevata di *R. obtusifolius*.
Le pupe e le uova di *P. chrysidiforme* sono state trasferite nella primavera del 2018 dal CABI (Svizzera) all'Istituto per l'Agricoltura della Slovenia (AIS).

È stata accuratamente monitorata la comparsa degli insetti adulti e gli accoppiamenti sono stati realizzati seguendo il relativo protocollo. Le uova deposte dalle femmine in contenitori di plastica sono state raccolte e incollate a stuzzicadenti (30 uova ciascuno) e questi conservati per il successivo inoculo in campo.
Dopo il primo inoculo eseguito sulle piante di *R. obtusifolius* il 12 e 21 giugno 2018, il secondo inoculo è avvenuto nei due siti sperimentali il 21 giugno e 2 luglio 2019. Sono state selezionate 125 piante per sito così suddivise: a) 50 piante per l'inoculo con *P. chrysidiforme* negli Anni 1 e 2 di sperimentazione; b) 50 piante per l'inoculo con *P. chrysidiforme* negli Anni 1, 2 e 3; c) 25 piante per la stima del tasso annuale di attecchimento. L'inoculo delle piante sarà ripetuto nel 2020 in base al protocollo sperimentale e l'impatto dell'insetto sulla mortalità delle piante di *R. obtusifolius* sarà stimato nell'ultimo anno di prova, quando le piante saranno estirpate per essere esaminate.
Gli stuzzicadenti con le uova sono stati inseriti in 125 piante per ogni sito. Delle 125 totali 25 piante sono state inoculate allo scopo di stimare il tasso di infestazione annuale. La posizione di ogni pianta inoculata era stata georeferenziata l'anno precedente con un GPS ad alta risoluzione (lo Stonex S9i della

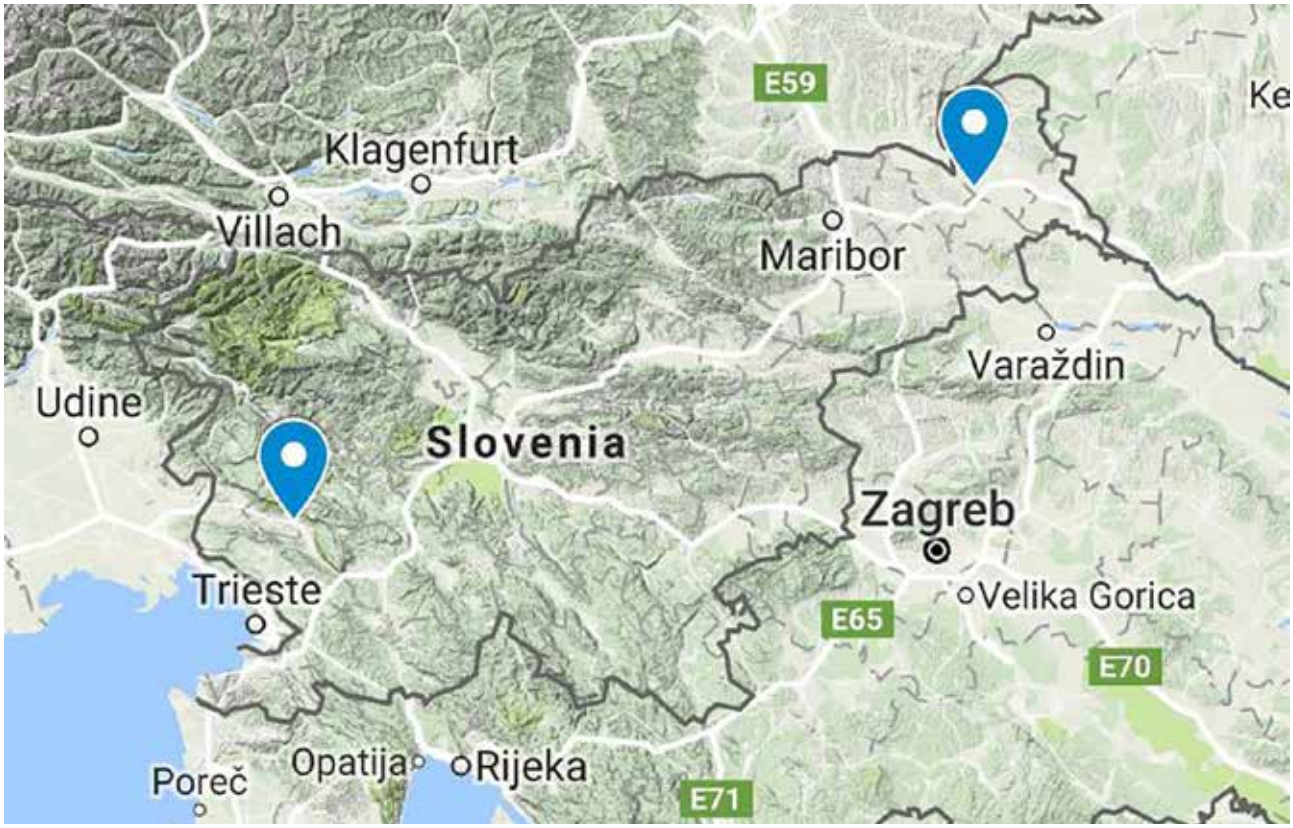


Figura 32 - Ubicazione dei due siti per lo studio della lotta biologica al *Rumex* in Slovenia

Figure 33 e 34 - Stuzzicadenti con uova preparati per l'inoculo (a sinistra) e una pianta di *Rumex obtusifolius* inoculata (a destra)

Figure 35 e 36 - Inoculo di *R. obtusifolius* (a sinistra) e georeferenziazione delle piante inoculate con un GPS ad alta risoluzione (a destra)

Figura 37 - Spazio vuoto dove il *R. obtusifolius* è stato eradicato da *P. chrysidiforme*

Stonex srl di Lissone) e questo ha consentito la loro facile individuazione.
Le osservazioni iniziali in campo indicano che la lotta biologica al *R. obtusifolius* con *P. chrysidiforme* ha già dato risultati promettenti. La valutazione delle piante georeferenziate ha dimostrato che un numero elevato di piante precedentemente inoculate sono state completamente eliminate (73 piante morte nel sito 1 e 18 nel sito 2). Inoltre, presso l'AIS sono state inoculate ulteriori 80 piante per garantire il ciclo riproduttivo e le uova del prossimo anno.

Primi risultati

25 piante inoculate, selezionate per la stima dell'attecchimento annuale di *P. chrysidiforme*, sono state prelevate e valutate l'8 ottobre e il 17 ottobre 2019. In primavera le piante georefenziate sono state individuate tramite GPS e prelevate complete

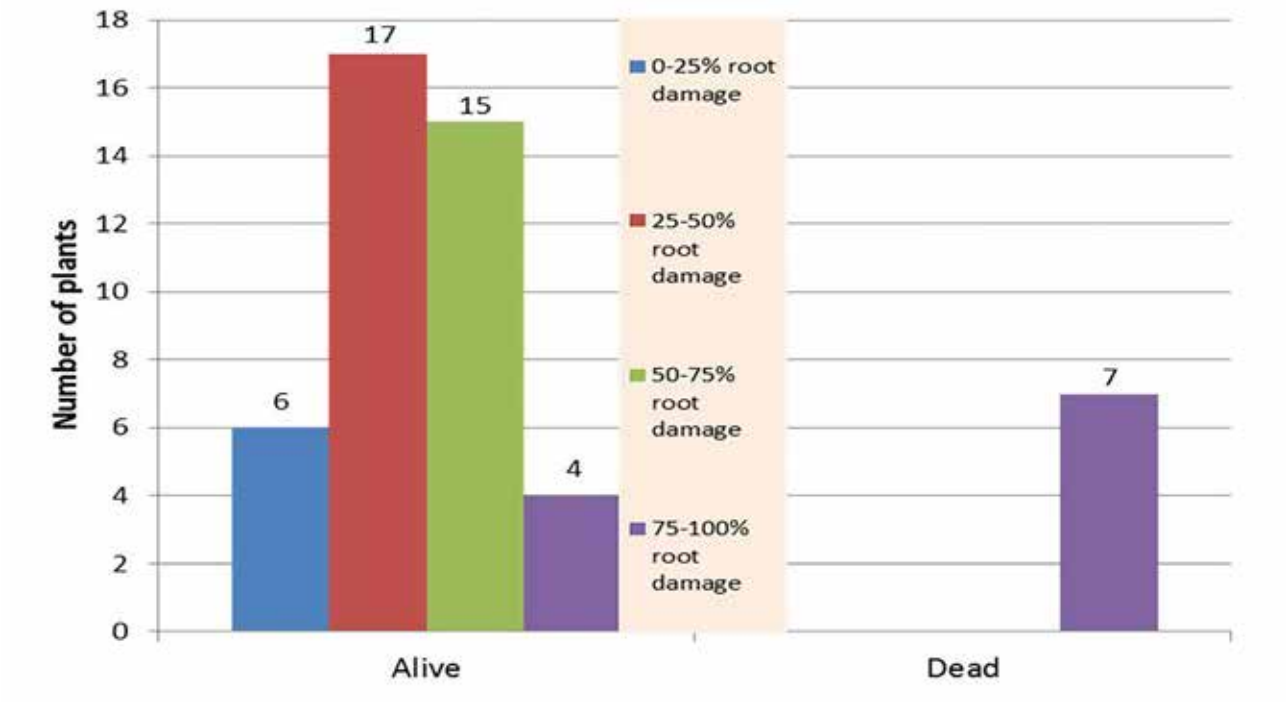


Figura 38 - Danno radicale e mortalità di *R. obtusifolius* nella valutazione del tasso di attecchimento annuale (risultati medi per i due siti)

Figure 39 e 40 - Le piante inoculate in primavera sono state georeferenziate (a sinistra) e prelevate in autunno (a destra) per la valutazione del tasso annuale di attecchimento

di apparati radicali e insacchettate. Successivamente sono stati esaminati gli apparati radicali per verificare la presenza di larve di *P. chrysidiforme* e il livello di danno provocato alle radici.
Nel sito 1, 5 piante inoculate in primavera risultavano morte, avendo subìto un danno radicale di quasi il 100%. Le altre piante erano vive, ma tutte mostravano segni di danneggiamento dovuto all'azione dell'insetto (con un danno radicale medio del 56%). Inoltre le larve di *P. chrysidiforme* sono state trovate in tutti gli appartati radicali delle piante prelevate, ad eccezione di 2 piante.

I risultati relativi al tasso annuale di attecchimento nel sito 2 hanno fatto rilevare 2 piante morte, mentre le altre erano ancora in sviluppo. In questo sito il danno radicale alle piante vive variava dall'1% al 75%. Larve di *P. chrysidiforme* sono state trovate in 10 piante ancora in fase di crescita e nessuna larva è stata trovata in 13 piante, sebbene fossero presenti segni di danno radicale dovuti all'insetto in tutte le piante (il danno radicale è stato mediamente del 30%).

Figure 41 e 42 - Larve di *P. chrysidiforme* (a sinistra) in radice di *R. obtusifolius* (a destra)

PROVE SPERIMENTALI PRESSO LA SCUOLA BIOTECNICA DI RAKIČAN (BSR)

BIOTEHNIŠKA ŠOLA RAKIČAN

BSR Rakičan è una scuola media superiore di agraria situata nella pianura Pannonica. Oltre ai programmi educativi di base, prevalentemente agrari, la scuola conduce varie attività di ricerca centrate su prove varietali sui seminativi, applicazione di nuove tecnologie e gestione aziendale. BSR Rakičan possiede circa 18 ha di terreno a seminativo caratterizzato da suoli limoso-argillosi. Il clima caldo continentale consente di realizzare la sperimentazione in campo nelle migliori condizioni. Il personale di BSR Rakičan è addestrato a realizzare prove dimostrative e corsi di formazione in collaborazione con il locale servizio di assistenza tecnica. Organizza, inoltre, eventi come le tradizionali giornate in campo su frumento e mais e si propone come autorevole centro regionale per la formazione e il trasferimento dell'innovazione.

Figura 1 – Ubicazione delle prove WP3-orzo e WP4-mais a Rakičan nel 2019

Indirizzo:
Biotehniška šola Rakičan
Lendavska ulica 3
9000 Murska Sobota – Slovenia
Coordinate GPS: 46°39'3.57"N 16°11'32.83"E
http://www.solarakican.si/index.php/en/
tel. +386 2 530 37 50

Per informazioni e visite guidate alle prove WP3 e WP4, contattare:
Robert Janža
e-mail: robert.janza@guest.arnes.si
tel. +386 1 530 37 50
Primož Titan
e-mail: titan.primoz@gmail.com
tel. +386 312502

WP3 – PROVA SU FRUMENTO A BSR RAKIČAN

Obiettivi

Scopo della prova realizzata nell'ambito del progetto IWMPRAISE è di testare e confrontare l'approccio standard di lotta alle malerbe basato sul diserbo chimico autunnale e primaverile con due strategie di lotta integrata per la produzione del frumento autunno-vernino.

Materiali e metodi

La prova dimostrativa su frumento (varietà Falado) è stata avviata nell'ottobre 2018 con due strategie di lotta integrata confrontate con due strategie standard basate sul solo diserbo chimico. La pratica di gestione delle infestanti comunemente utilizzata consiste in trattamenti autunnali e primaverili in pieno campo, mentre le strategie di lotta integrata prevedono dosi ridotte di erbicidi combinate con il diserbo meccanico. Le strategie a confronto hanno seguito un protocollo sperimentale riportato in Tabella 1, i cui dettagli sono descritti nel testo che segue.

La precedente coltura era il mais e il campo è stato arato una settimana prima della semina. Il letto di semina è stato successivamente preparato il 12.10.2018 con coltivatore con denti a molla.

Le condizioni del suolo nell'epoca di semina ottimale e ritardata erano favorevoli, con clima caldo e disponibilità idrica adeguata. Il frumento è stato seminato nell'epoca ottimale il 18.10.2018 per le strategie 1, 2 e 3, mentre la parcella con la strategia 4 è stata seminata 11 giorni dopo, il 29.10,2018. Le condizioni per la germinazione e l'attecchimento della coltura erano eccellenti. Il clima ha insolitamente continuato a essere caldo nel tardo autunno e ciò ha favorito l'applicazione di interventi di lotta alle infestanti in condizioni ottimali. La prima strigliatura in strategia 3 è stata eseguita solo un mese dopo la semina, il 14.11.2018, mentre il trattamento chimico autunnale è stato eseguito il 5.11.2018.

Risultati

Nella tesi a semina tardiva (strategia 4) sono state riscontrate differenze considerevoli per le fasi di crescita del frumento. In questa parcella il frumento ha raggiunto solamente la fase fenologica BBCH 12-13 mentre nelle altre strategie è arrivato fino alla fase BBCH 15. Nonostante queste differenze, la coltura ha passato l'inverno in modo ottimale e non sono state osservate perdite dovute al clima invernale.

La strigliatura primaverile per le strategie 3 e 4 è stata eseguita il 4.3.2019, mentre il secondo passaggio in strategia 4 è avvenuto 3 settimane dopo. Sia la strigliatura autunnale che quella primaverile sono state efficaci, soprattutto per le adeguate condizioni del suolo e lo sviluppo della coltura.

Nella parcella a semina tardiva la coltura ha subìto un minimo ritardo nello sviluppo e ha prodotto 50 spighe/m^2 in meno rispetto alle altre strategie.

L'infestazione di malerbe è stata generalmente bassa in tutte le parcelle, solo l'*Apera spica-venti* era presente in alcuni punti.

La biomassa secca infestante (Figura 4) è stata rilevata alla fase di maturazione lattea del frumento (21.6.2019). La strategia 4 con semina tardiva e due strigliature primaverili ha registrato la biomassa infestante più elevata (19,5 g/m^2). La maggior parte delle infestanti presenti in questa strategia sono comparse a inizio estate, ma l'effetto più

Strategia	Standard 1	Standard 2	Strategia 3	Strategia 4
Tesi	HER_spring	HER_autumn	HAR_aut + HAR_spring + HER_spring - reduced 50%	FALSE + DEL_sow + HAR_spring + HER_reduced 60%
Lavorazione del suolo	Aratura autunnale	Aratura autunnale	Aratura autunnale	Aratura autunnale
Falsa semina	No	No	No	Sì
Epoca di semina	Ottimale	Ottimale	ottimale	Ritardata 14 giorni
Diseerbo chimico	SI*	SI**	SI*	NO
Periodo del diserbo chimico	Trattamento primaverile EC32	Trattamento autunnale EC12	Trattamento primaverile EC32	/
Dose	Raccomandata	Raccomandata	Ridotta 50%	/
Diserbo meccanico	No	No	Strigliatura autunnale e primaverile	Strigliatura primaverile (x2)

* pyroxsulam 75 g/kg - Pallas 250 g/ha

** pendimethalin 300 g/L + chlortoluron 250 g/L + diflufenican 40 g/L - Trinity 2 L/ha

Tabella 1 - Descrizione della prova su frumento a BSR Rakičan

Figure 2 e 3 - Semina del frumento all'epoca ottimale (a sinistra) e ritardata (a destra)

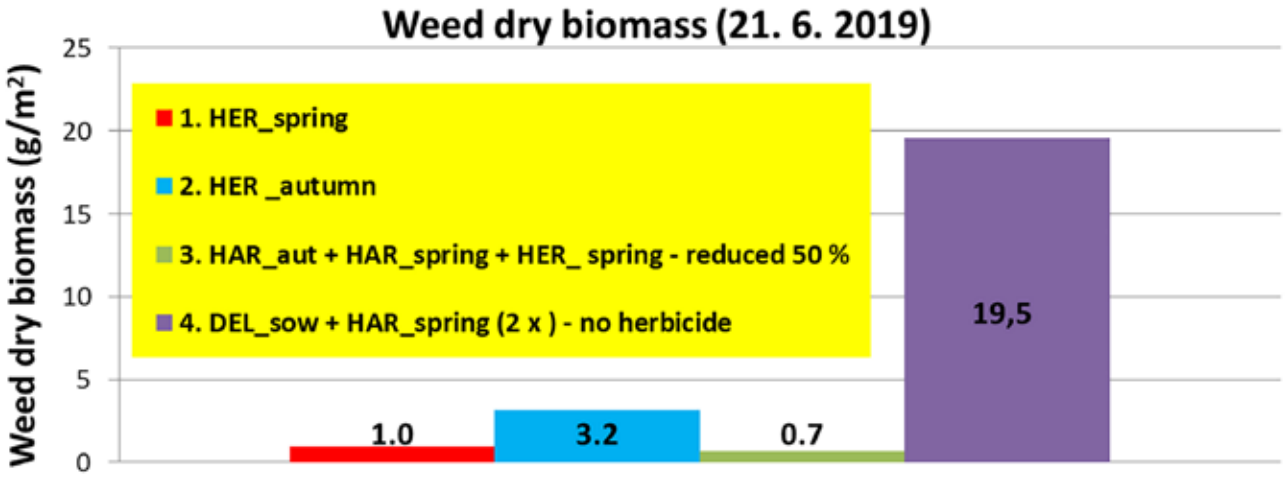


Figura 4 - Sostanza secca delle infestanti per le 4 strategie a Rakičan

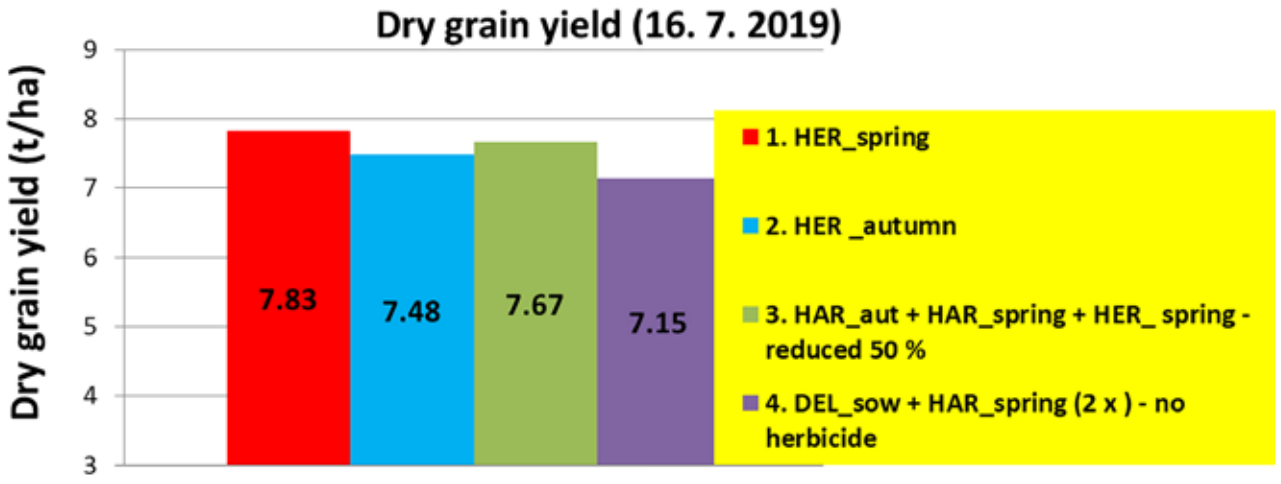


Figura 5 - Resa in granella di frumento per le 4 strategie a Rakičan

Figure 6, 7 e 8 - Immagini della giornata aperta sul frumento a Rakičan

significativo sulla perdita di resa può essere attribuito al minor accestimento. La strategia 3 con strigliatura autunnale e primaverile e dose ridotta di erbicidi è stata molto efficace con solo 0,7 g/m^2 di biomassa secca delle infestanti ed è risultata paragonabile come efficacia alla strategia standard 1 (1,0 g/m^2). La strategia standard 2 con diserbo chimico autunnale è stata relativamente efficace presentando 3,2 g/m^2 di biomassa infestante.
I risultati delle rese in granella del frumento (Figura 5) sono risultati correlati con la densità delle infestanti. La resa più bassa (7,15 t/ha) è stata riscontrata nella strategia più infestata, ovvero la strategia 4 in cui non si è fatto uso di erbicidi. Le rese più alte in granella secca sono state invece osservate per la strategia standard 1 (7,83 t/ha) e la strategia 3 (7,67 t/ha), ma anche la strategia standard 2, pur avendo registrato la performance peggiore, ha ottenuto una resa non dissimile (7,48 t/ha).
Le condizioni ambientali della annata 2018/2019 non sono state sfavorevoli, pertanto nel nordest della Slovenia è stato possibile ottenere delle rese di frumento medie. Ad eccezione della strategia 4, con diserbo solo meccanico, tutte le strategie si sono rivelate efficaci in termini di lotta alle infestanti. Rispetto alla resa più elevata ottenuta dalla strategia standard 1, la resa della strategia 3 non è stata molto inferiore. Nella annata 2019/2020 la prova si sta svolgendo nel medesimo sito e saranno messe a confronto strategie di lotta simili all'anno precedente.
I risultati della prova sono stati presentati a circa 30 visitatori (soprattuto agricoltori) presenti alla giornata aperta sul frumento tenutasi a Jablje. I partecipanti hanno avuto la possibilità di osservare le strategie di lotta integrata direttamente in campo nel corso della visita guidata (Figure 6, 7 e 8).

WP4 – PROVA SU MAIS A BSR RAKIČAN

Obiettivi

La prova si è tenuta nel 2019 presso il sito sperimentale di Rakičan seguendo un protocollo simile a quello dell'anno precedente, in cui le condizioni meteorologiche non hanno consentito di applicare completamente il diserbo chimico come era previsto. Pertanto le modifiche apportate al piano sperimentale 2019 (Tabella 2) sono state minime.

Materiali e metodi

La prova è stata avviata il 19 aprile 2019 utilizzando la varietà P 9234. Dopo la semina la germinazione del mais è stata veloce e uniforme, ma le condizioni fredde e piovose hanno successivamente ostacolato lo sviluppo della coltura. La pioggia eccessiva ha reso difficili le operazioni di lotta alle malerbe. A causa delle condizioni di eccessiva umidità la falsa semina prevista per le strategie 2, 3 e 4 non è stata eseguita, mentre la preparazione del letto di semina con lo strigliatore è stata effettuata in condizioni sfavorevoli 4 giorni dopo la semina nella strategia 2.
Il diserbo chimico è stato realizzato in condizioni di suolo ottimali alla fase fenologica di 2 foglie del mais. In strategia 1 è stata usata la dose raccomandata, mentre in strategia 2 la dose è stata ridotta. Per la strategia 3 è stato messo a punto un prototipo per il trattamento localizzato sulla fila alle dosi raccomandate e la sarchiatura in interfila in contemporanea. Il diserbo chimico nelle strategie 2 e 3 è stato seguito dalla sarchiatura alla fase fenologica di 5 foglie. In strategia 4 è stato eseguito il solo diserbo meccanico con tre strigliature e una sarchiatura alla fase di 5 foglie.

Risultati

La biomassa secca delle infestanti (Figura 11), rilevata nelle strategie 1 e 2 prima della raccolta del mais, dimostra che entrambe le strategie sono risultate molto efficienti (27 g/m^2 e 36 g/m^2 rispettivamente, di sostanza secca). Per la strategia 3 è stata misurata una sostanza secca di 59 g/m^2, mentre la strategia 4 (solo diserbo meccanico) ha registrato una biomassa secca delle infestanti di 179 g/m^2.
La resa maggiore (Figura 12) è stata misurata in strategia 1 (13,5 t/ha), seguita da 13,3 t/ha e 12,8 t/ha ottenute delle strategie 3 e 2 rispettivamente. La resa più bassa (11,3 t/ha) era relativa alla strategia 4, dove è stato osservato un livello di infestazione significativamente più alto rispetto alle altre strategie.
La Scuola di Biotecnica di Rakičan ha ospitato la

Strategia	Standard 1	Strategia 2	Strategia 3	Strategia 4
Tesi	CON	HER_red	HER_row	ORG
Lavorazione del suolo	Aratura autunnale	Aratura autunnale	Aratura autunnale	Aratura autunnale
Diserbo chimico	SI*	SI*	SI*	NO
Dose erbicidi	Raccomandata in pieno campo*	Ridotta (50%) in pieno campo*	Raccomandata trattamento sulla fila (30 cm)**	/
Periodo del diserbo chimico	Trattamento precoce post-emergenza EC12	Trattamento precoce post-emergenza EC12	Trattamento precoce post-emergenza EC12 (combinato con la sarchiatura)	/
Diserbo meccanico	NO	SI x 1	SI x 2	SI x 4
Strigliatura	/	/	/	EC03/EC12/EC13
Sarchiatura in interfila	/	EC15	EC12/EC15	EC15

* isoxaflutole 2255 g/L + thiencarbazone-methyl 90 g/L + cyprosufalmide safener 150 g/L - Adengo 0,44 L/ha

** la dose raccomandata è stata applicata sulla fila di 30 cm (60% della dose in pieno campo)

Tabella 2 - Descrizione della prova su mais a BSR Rakičan

Figure 9 e 10 - La strigliatura (a sinistra) è stata eseguita 4 settimane dopo la sarchiatura (a destra) a fine giugno 2019

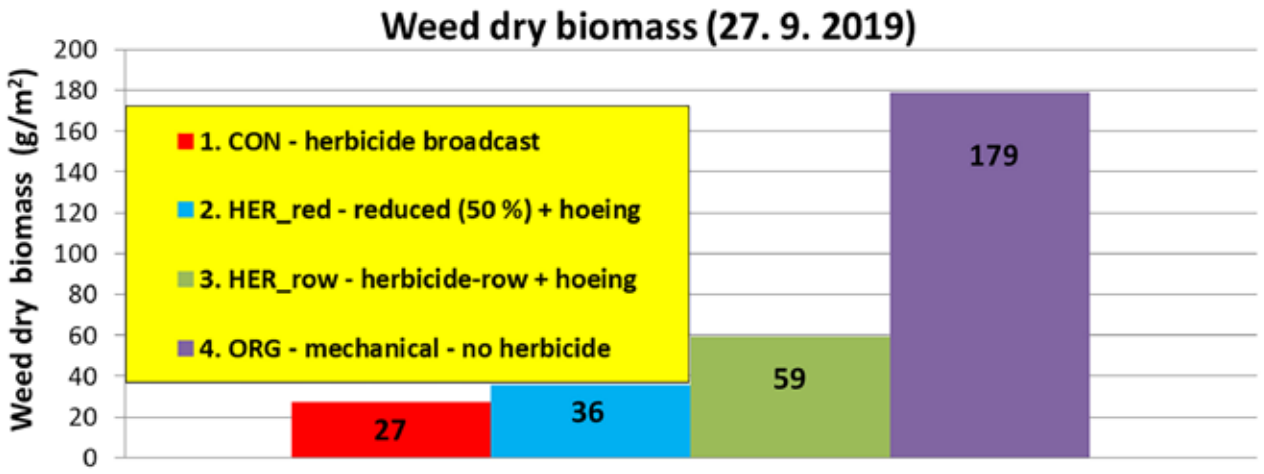


Figura 11 - Sostanza secca delle infestanti per le 4 strategie a Rakičan

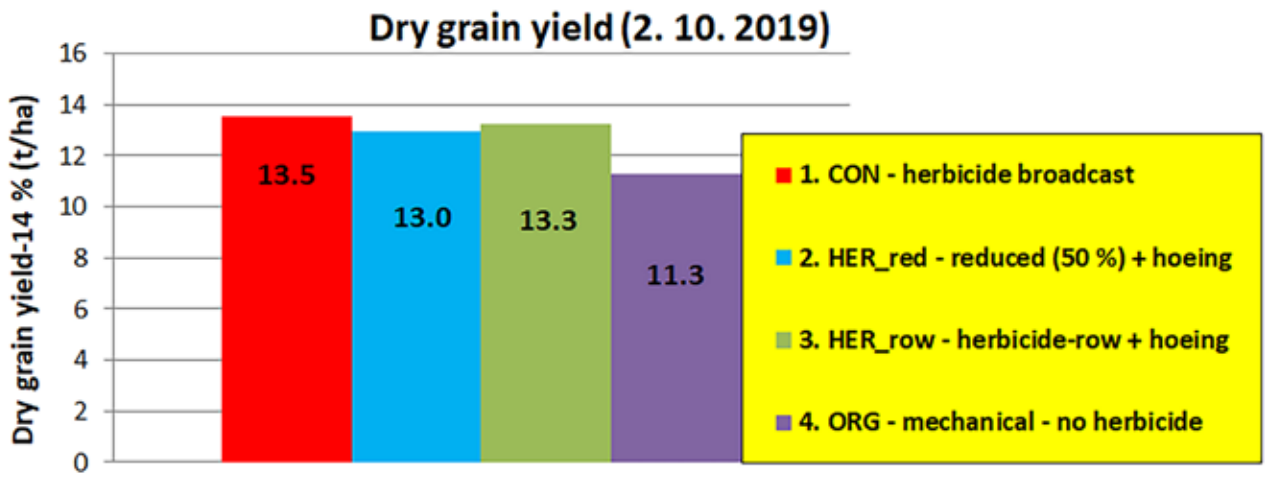


Figura 12 - Resa in granella secca di mais per le 4 strategie a Rakičan

Figure 13 e 14 - Immagini della tradizionale giornata aperta sul mais presso la Scuola Biotecnica di Rakičan

tradizionale giornata aperta sul mais dove sono stati presentanti i risultati di questa prova sperimentale a circa 30 visitatori (per la maggior parte agricoltori). I partecipanti hanno avuto la possibilità di osservare le strategie di lotta integrata direttamente in campo nel corso della visita guidata (Figure 13 e 14).

Sviluppi futuri

Il sito sperimentale di Rakičan presenta condizioni pedoclimatiche diverse rispetto a quello di Jablje nella Slovenia centrale. Entrambe le annate 2018 e 2019 sono state molto siccitose e hanno determinato rese moto basse sui cereali. Inoltre, a causa della siccità la pressione competitiva delle infestanti è stata molto bassa. Nonostante queste insolite condizioni ambientali, la strategia su frumento con dose ridotta di erbicidi combinata alla strigliatura si è rivelata la più efficace, avendo subìto solo una minima perdita di resa in entrambe le annate. Nella annata 2019/2020 si stanno testando su frumento strategie simili alla campagna precedente.
Per quanto riguarda la prova su mais (WP4), si è potuto osservare che la strategia con dose ridotta di erbicidi e sarchiatura ha ottenuto risultati molto buoni, e per entrambi gli anni di prova comparabili alla strategia standard. La strategia con diserbo localizzato sulla fila e sarchiatura è stata meno efficace, seppur con conseguenze molto limitate a livello di resa. Sulla base dei risultati conseguiti nelle due annate la prova sul mais nel 2020 sta seguendo lo stesso protocollo degli anni precedenti, considerando che le strategie e gli strumenti pianificati erano precedentemente stati applicati in condizioni meteorologiche piuttosto sfavorevoli.

SVIZZERA

PROVE SPERIMENTALI GESTITE DA AGROSCOPE E AGFF

Agroscope è l'ente svizzero di eccellenza per la ricerca in Agricoltura, affiliato all'Ufficio Federale per l'Agricoltura (FOAG). Agroscope fornisce un importante contributo all'agricoltura sostenibile e al settore agroalimentare, nonché alla tutela ambientale, contribuendo pertanto al miglioramento della qualità della vita. Agroscope è impegnato nella ricerca lungo l'intera filiera agroalimentare con l'obiettivo di sostenere la competitività e la multifunzionalità del settore agricolo, la qualità e la salubrità degli alimenti e il raggiungimento di elevati standard ambientali. Dato che rappresentano circa il 75% della superficie agricola utilizzata in Svizzera, i prati e pascoli rivestono un ruolo di particolare importanza per il settore agricolo e per l'ambiente. Il gruppo di ricerca di Agroscope sui sistemi prativi e la produzione di foraggio è impegnato nello studio dell'ecologia agraria e nella gestione dei prati sia nell'agricoltura tradizionale che biologica. La finalità è quella di contribuire allo sviluppo di sistemi di produzione locali, sostenibili e multifunzionali con un'ampia variabilità di livelli di intensivizzazione gestionale e di specificità locali, dalle zone di pianura ad alta produttività alle aree marginali alpine.

La Società Svizzera dei Prati e pascoli (Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues AGFF) è governata da un organismo di gestione formato da agricoltori, consulenti e rappresentanti di industrie, associazioni e istituti di ricerca agricola. La sua attività principale consiste nello stabilire dei forti legami tra tutti i partner interessati allo scopo di ottenere foraggio sostenibile di alta qualità e un'idonea gestione delle aree prative. Questa struttura facilita il tempestivo ed efficace scambio di idee e di risultati sperimentali tra gli operatori e i ricercatori. AGFF è un'organizzazione riconosciuta a livello nazionale per tutti gli aspetti tecnici riguardanti le aree prative e i relativi sistemi di produzione. Gli strumenti di gestione di queste aree e il materiale informativo prodotto da AGFF vengono ampiamente divulgati e utilizzati dai servizi di consulenza e dalle scuole agrarie della Svizzera per la formazione dei giovani agricoltori.

Indirizzo:
Agroscope
Reckenholzstrasse 191
8046 Zurigo
Svizzera
tel. +41 58 468 71 11

AGFF
Reckenholzstrasse 191
8046 Zurigo
Svizzera
tel. +41 377 72 53

Coordinate GPS del sito sperimentale: 47°25'40.1"N 8°30'59.4"E

Per ulteriori informazioni e visite guidate contattare:
Agroscope: Andreas Lüscher
e-mail andreas.luescher@agroscope.admin.ch
tel. +41 58 468 72 73
AGFF: Willy Kessler
e-mail willy.kessler@agroscope.admin.ch
tel. +41 58 468 72 76

PROVA SPERIMENTALE SULL'IMPATTO DI DUE INSETTI SESIIDI NELLA LOTTA BIOLOGICA AL *RUMEX OBTUSIFOLIUS* IN SITUAZIONE DI STRESS COMPETITIVO

L'esperimento in vaso iniziato nel 2018 ha rivelato un basso impatto degli insetti *Pyropteron chrysidiforme* e *P. doryliforme* (lepidotteri della famiglia Sesiidae) sulla crescita epigea e ipogea del *Rumex obtusifolius*, nonostante l'elevato numero di larve recuperate dalle piante inoculate. Una possibile spiegazione è che le piante di *R. obtusifolius* sono cresciute nei vasi senza subire la competizione delle altre piante e non erano quindi stressate come quelle che crescono in condizioni di pieno campo.

Obiettivo

Nel 2019 è stata avviata una prova sperimentale annuale in campo per confrontare l'impatto dei due insetti Sesiidi su *R. obtusifolius* in presenza e in assenza di competizione da altre piante. Il tasso di attecchimento degli insetti Sesiidi e il loro impatto su *R. obtusifolius* sono stati studiati su piante differenti per le dimensioni iniziali della radice a inizio prova.

Materiali e metodi

L'esperimento è stato avviato su un prato di *Lolium perenne* di un anno di età ubicato vicino alla sede di Agroscope a Zurigo-Reckenholz (Figura 1) ed è organizzato secondo uno schema a split-plot prendendo come fattore comune a tutte le parcelle la competizione su due livelli: (A) competizione di *R. obtusifolius* con *L. perenne*, (B) nessuna competizione. Il fattore split-plot è il trattamento biologico su tre livelli: (1) infestazione con *P. chrysidiforme*, (2) infestazione con *P. doryliforme* e (3) controllo (nessuna infestazione). All'interno dei parcelloni (livello A, livello B)le parcelle sono state distribuite secondo uno schema a blocchi completamente randomizzati. Sono state pesate le radici di ogni pianta di *R. obtusifolius* trapiantata, considerando il peso iniziale dopo il taglio della radice a 15 cm di lunghezza. Questo dato sarà incluso come co-variata nell'analisi statistica. L'esperimento comprende l'osservazione di 432 radici *R. obtusifolius* in totale.

Le piante di *Rumex* provenivano da tre prati diversi e sono state prelevate in primavera 2019. Sono stati misurati i loro parametri di accrescimento (larghezza e peso delle radici, numero di radici secondarie, numero totale di rosette, numero degli steli fiorescenti) e il danneggiamento da erbivori (presente/assente). Le radici sono state conservate in frigorifero a 10° C fino al trapianto.
Le radici sono state trapiantate sul campo sperimentale a metà giugno a una distanza di 40 cm nelle parcelle e a una distanza di 80 cm tra i parcelloni. Nelle parcelle con competizione è stato scavato un buco nel prato con un piede di porco e

Figura 1 - Il campo sperimentale utilizzato per testare l'impatto dei due insetti Sesiidi nella lotta biologica al *R. obtusifolius* in presenza e in assenza di competizione da *L. perenne*. L'esperimento si trova vicino alla sede di Agroscope a Zurigo-Reckenholz

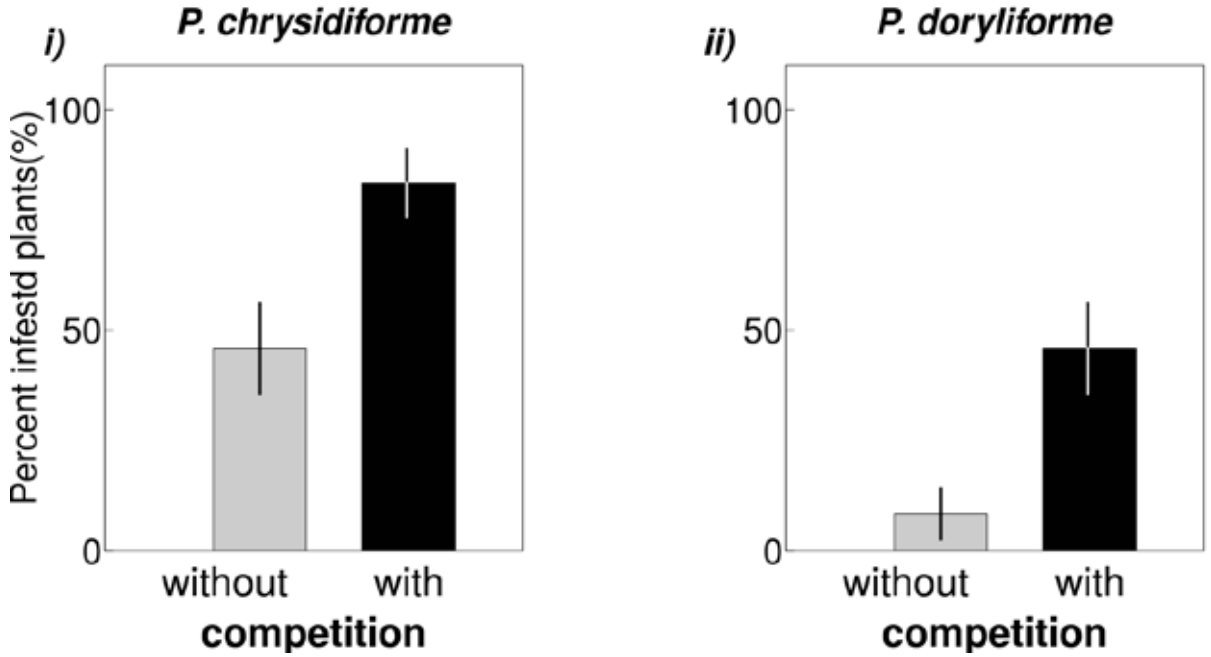


Figura 2 - Percentuale di piante di *R. obtusifolius* infestate da almeno una larva a seconda dell'assenza (colonne "without") o presenza (colonne "with") di competizione e della specie di *Pyropteron* nell'autunno 2019 (n=142 radici totali esaminate, 2 radici non sono state recuperate). Medie dei dati grezzi ± Errore standard

vi è stata collocata la radice. Nelle parcelle senza competizione le radici potevano essere trapiantate direttamente sul terreno, che era stato lavorato due volte a inizio giugno.
A metà luglio le piante soggette al trattamento sono state infettate con la stessa tecnica degli anni precedenti (uova di insetto incollate a stuzzicadenti e questi inseriti nella rosetta centrale della pianta). Gli stuzzicadenti sono stati rimossi dopo tre settimane ed è stato contato il numero di uova con i buchi di uscita.
La biomassa epigea delle piante di *R. obtusifolius* è stata tagliata a 5 cm di altezza e raccolta a inizio agosto, inizio settembre e fine ottobre. Ogni volta che le piante di *Rumex* venivano raccolte il prato di L. perenne veniva falciato e la sua biomassa rimossa. Le parcelle sono state successivamente concimate con concime minerale alla dose di 50 kg/ha di N.
A metà ottobre un terzo delle radici di *Rumex* (144 piante) sono state raccolte al fine di valutare il tasso di attecchimento delle larve dei Sesiidi. La dissezione delle radici è avvenuta a novembre e sono stati registrati i seguenti dati: lunghezza, larghezza e peso delle radici, numero di radici secondarie, numero totale di radici, numero di rosette, numero degli steli con infiorescenze, assenza/presenza di danneggiamento da erbivori, presenza di segni di alimentazione sulla superficie delle radici, numero delle larve vive di *Pyropteron*, numero di larve morte, numero totale di larve, presenza di capsule larvali vuote, peso singolo delle larve trovate vive e loro posizione sulla radice e presenza di parassiti negli escrementi o sul corpo morto del *Pyropteron*.
Le rimanenti radici di *R. obtusifolius* saranno raccolte e dissezionate a maggio 2020.

Primi risultati

Tasso di attecchimento

Se cresciute in competizione con il *L. perenne*, il numero di piante di *Rumex* infestate da almeno una larva in autunno 2019 era maggiore di quelle cresciute senza competizione (Figura 2). Tra le tesi con competizione, le piante inoculate con *P. chrysidiforme* hanno dimostrato un tasso più alto di infestazione rispetto a quelle inoculate con *P. doryliforme* (Figura 2).

Tra le parcelle con competizione, il numero di larve recuperate dalle piante di *Rumex* e infestate da *P. chrysidiforme* è stato superiore a quello delle piante infestate da *P. doryliforme* (Figura 3). Nelle parcelle senza competizione il numero delle larve recuperate dalle piante infestate è risultato simile per le due specie di *Pyropteron*.

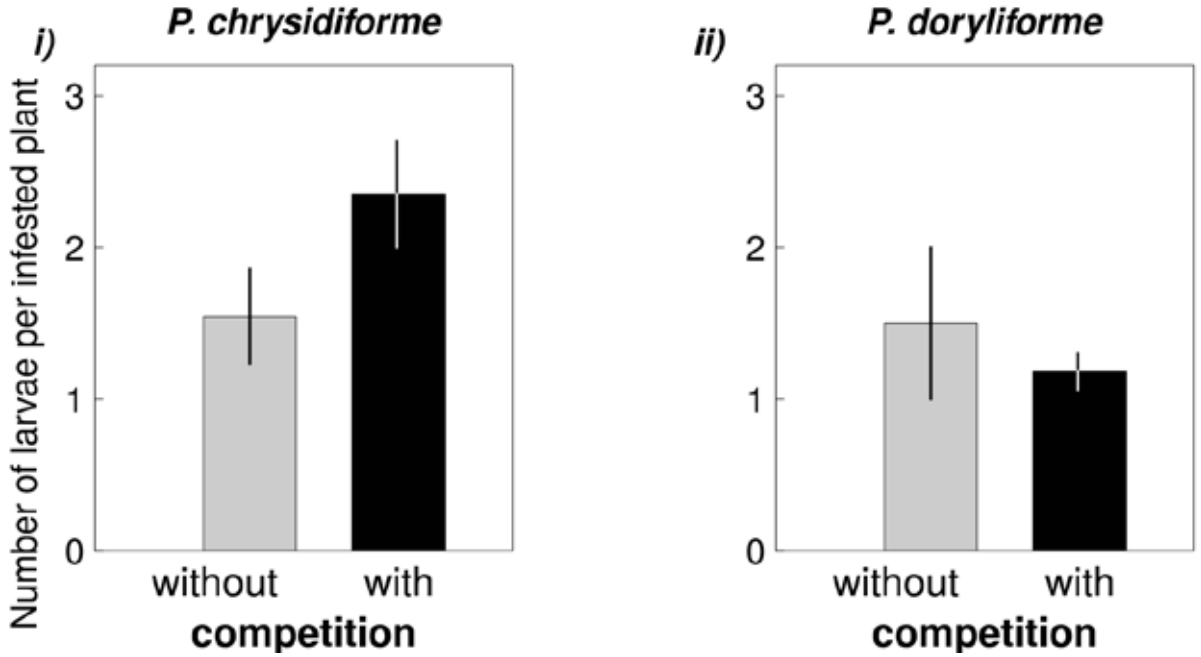


Figura 3 - Numero di larve recuperate dalle piante infestate di *R. obtusifolius* in assenza (colonne "without") e in presenza (colonne "with") di competizione per le due specie di *Pyropteron* (*P. chrysidiforme* = 31 piante, *P. doryliforme* = 13 piante) in autunno 2019. Sono state raccolte 142 radici, 2 non recuperate (entrambe con *P. doryliforme*). Medie dei dati grezzi ± Errore standard

STUDIO DI TIPO CASO/CONTROLLO SU *RUMEX OBTUSIFOLIUS*

Obiettivo

Questo studio condotto presso aziende agricole private mira a identificare le pratiche atte a prevenire l'infestazione di *R. obtusifolius* su prati e pascoli permanenti. Lo studio segue uno schema caso-controllo in cui le parcelle ad alta densità di *R. obtusifolius* sono confrontate con parcelle limitrofe senza o con una densità molto bassa di piante di *Rumex*. Le condizioni pedo-climatiche di queste coppie di parcelle sono molto simili ma la loro gestione agronomica può differire sostanzialmente.

Figura 4 - I 40 siti dove sono ubicate le coppie di parcelle, una con elevata presenza di *R. obtusifolius* (caso) e l'altra con assenza o bassa presenza dell'infestante (controllo), nell'altipiano centrale svizzero

Il campionamento è avvenuto presso 40 aziende agricole localizzate nell'altipiano svizzero (Figura 4); in ogni azienda sono stati raccolti i dati relativi a una coppia di parcelle (caso/controllo). I contatti con gli agricoltori che gestiscono le parcelle con un'elevata presenza di *Rumex* sono avvenuti con il supporto del servizio di consulenza agricola.

A febbraio 2019 è stato messo a punto un protocollo comune. Lo studio si focalizza sui prati intensivi avviati da almeno 5 anni e importanti per la produzione di foraggio destinato ad allevamenti bovini da latte e carne. Le parcelle sono state visitate prima del campionamento, al fine di assicurare il soddisfacimento di tutti i requisiti richiesti. Il campionamento ha interessato 24 coppie di parcelle presenti in aziende convenzionali, 14 coppie in aziende biologiche e 2 coppie in aziende miste.

Una parcella era considerata un "caso" se la densità del *R. obtusifolius* superava 1 pianta al m^2, e un "controllo" se la densità era inferiore a 4 piante di *Rumex* per 10 x 10 m^2 (Figura 5).

La raccolta dei dati è iniziata a metà maggio 2019 ed è finita a metà ottobre 2019. Il campionamento prevedeva il censimento della vegetazione presente (lista delle specie, percentuale di gruppi funzionali e delle tre specie più numerose), il rilevamento della

Figura 5 - Esempio di parcella "caso" (3 m x 3 m) con elevata presenza di *Rumex* (a sinistra) e di una parcella "controllo" priva di *Rumex* (a destra)

copertura vegetale (0,1–5 cm), il rilevamento della copertura vegetale delle parti vicino alla base delle (metodo punto-intercetta) e la raccolta di campioni di terreno per valutare le proprietà fisiche e chimiche dei suoli, come anche la valutazione della banca dei semi.
I campioni di terreno da analizzare sono stati seccati a 40°C, macinati, setacciati a 2 mm e analizzati per rilevare la tessitura (% di sabbia, % di argilla e % di limo), il contenuto di fosforo (P estratto con $NH_4Ac/EDTA$), il contenuto di potassio (K estratto con $NH_4Ac/EDTA$), la capacità di scambio cationica, pH, contenuto in humus, ossido di calcio, calcio scambiabile e contenuto in sali minerali.
Il numero di semi vitali di *R. obtusifolius* nel suolo è stato stimato con un esperimento di germinazione effettuato in una serra di Agroscope. A metà gennaio 2020 i campioni sono stati concentrati dilavando il terreno attraverso un setaccio prima grossolano poi fine, secondo il protocollo sperimentale. La germinazione è stata rilevata per 9 settimane (Figura 6). Le piantine di *Rumex* sono state contate ogni secondo giorno dopo l'identificazione della prima foglia completamente formata.
A febbraio 2020 sono iniziate le interviste agli agricoltori per raccogliere le informazioni sulle coppie di parcelle in merito alla loro gestione (es. sfalcio, pascolo, frequenza di defogliazione), alla concimazione (es. tipi di e quantità di concimi utilizzati), al disturbo (da calpestamento) e all'utilizzo pregresso della parcella.

Figura 6 - Esperimento di germinazione dei semi ad Agroscope. I campioni di terreno sono stati valutati per la germinazione durante 9 settimane; i germogli di *Rumex* sono stati contati ogni secondo giorno. A sinistra la parcella "caso", a destra la parcella "controllo"

FRANCIA WP3

Mons
Bonvilliers
Vallangoujard
Saint Hilaire en Woevre
L'Épine
Boigneville
St Martin des Champs
Nancy
Crenay
Lapan
Plaimpied-Givaudins
Rians
Vomay
Gémeaux
Bergerac

PROVE SPERIMENTALI SU COLTURE ANNUALI A FILE STRETTE

Durante la stagione 2018-2019 sono state studiate diverse tematiche relative alla WP3 (colture annuali seminate a file strette) del progetto IWMPRAISE:

- Data di semina ritardata;
- Integrazione di varie pratiche agronomiche (lavorazione del terreno);
- Diserbo meccanico.

SEMINA RITARDATA DEL FRUMENTO

Sono state realizzate alcune prove che combinano programmi di interventi erbicidi e insetticidi su frumento e orzo invernali allo scopo di rispondere ai seguenti quesiti:

- Un ritardo di semina di circa 20 giorni è in grado di limitare la densità di infestanti emerse e/o le infestazioni di afidi?
- Quali sono i metodi di controllo più appropriati e con quale differenziale di rendimento?
- La qualità del controllo delle erbe infestanti ha un impatto sull'epidemiologia del virus Barley Yellow Dwarf (BYDV)?
- Qual è la variabilità di questi effetti?

Nelle cinque prove effettuate sul frumento, non è emersa alcuna relazione tra BYDV e infestanti, poiché le popolazioni di parassiti erano molto basse o non presenti. Questo rapporto includerà quindi solo strategie di diserbo uniformi rispetto ai trattamenti con insetticidi. In queste prove è stato indagato solo l'impatto sulla gestione delle infestanti, utilizzando 0,075 litri di erbicida Karate Zéon in tutte le prove a confronto.

Le seguenti prove sono state implementate su grano, piselli e colza, secondo la seguente tabella:

Tematica	Partner	Località
Semina ritardata nel frumento	Arvalis	Gémeaux (21) L'épine (51) Crenay (52) St Hilaire en Woëvre (55)
Integrazione di uno strumento IWM in pre-semina del frumento	Arvalis	St Hilaire en Woëvre (55)
Confronto tra strategie di controllo meccanico precoce delle infestanti (erpice strigliatore) nel frumento	Arvalis	Bergerac (24) Lapan (18) Plaimpied-Givaudins (18)
	CA IdF	Bonvilliers (91) St Martin des Champs (78) Vallangoujard (95)
Controllo meccanico delle malerbe (sarchiatura) nel triticale	Arvalis	Boigneville (91)
Strategie di controllo meccanico, senza glifosate, prima della semina in pisello primaverile	Terres Inovia	Rians (18)
Controllo meccanico delle malerbe, con utilizzo o meno di erbicidi, in colza	Terres Inovia	Mons (80) Nancy (54)
Consociazioni in agricoltura biologica per prevenire l'infestazione di malerbe	Terres Inovia	Rians (18)
Esperimento di lungo termine basato su strategie di lotta integrata alle infestanti a confronto con un sistema di lotta convenzionale (OSR/WW/WB)	Fdgeda 18	Vomay (18)

Tabella 1 - Prove WP3 gestite dal Cluster Nazionale Francese (tra parentesi il numero di Dipartimento geografico)

Prove sperimentali	Gemeaux (MT) (21)	Gemeaux (DS) (21)	L'Epine (51)	Crenay (52)	Saint-Hilaire-en-Woëvre (55)
Specie infestanti	*Alopecurus*	*Alopecurus*	*Alopecurus*	*Alopecurus*	*Matricaria*, risemine spontanee, viola dei campi
Livello di resistenza sviluppato	/	/	Inizio di resistenza in campo	Inizio di resistenza in campo	/
Tipo di suolo	Sabbioso argilloso limoso	Sabbioso argilloso limoso	Calcareo	Argilloso-calcareo superficiale su calcare compatto	Limoso idromorfico
Cultivar		Unik	Fructidor	Boregar	Chevignon
Data di semina 1	01/10/2018	01/10/2018	02/10/2018	05/09/2018	21/09/2018
Data di semina 2	24/10/2018	24/10/2018	18/10/2018	27/09/2018	11/10/2018
Data di semina 3	/	/	09/11/2018	16/10/2018	/

Tabella 2 - Prove di semina ritardata su frumento in Francia
Erbicidi adottati in ogni prova, come descritto nelle tabelle 3, 4 e 5, di seguito:
Fosburi = diflufenicanil + flufenacet
Tolurgan = chlortoluron
Atlantis Pro = mesosulfuron-me + iodosulfuron-me-na
Actirob B = olio di colza esterificato
Actimum = solfato di ammonio
Defy = prosulfocarb
Flight = picolinafen + pendimethalin
Daiko = prosulfocarb + clodinafop-propargyl + cloquintocet-mexyl

Post-emergenza precoce (1-2 foglie)	Fine inverno (lavorazioni)	Costo (in €/ha)
Fosburi 0,5L + Tolurgan 50SC 3L	/	77,9
Fosburi 0,5L + Tolurgan 50SC 3L	Atlantis Pro 0,9L + Actirob B 1L + Actimum 1L	124

Tabella 3 - Prova sugli erbicidi impostata a Gémeaux

Pre-emergenza	Pre-emergenza precoce (1-2 foglie)	Fine inverno (lavorazioni)	Costo (in €/ha)
/	/	Atlantis Pro 0.9L + Actirob B 1L + Actimum 0.5L	43,6
Defy 2L + Flight 3L	Fosburi 0,5L + Tolurgan 50SC 3L	/	146,7
/	Fosburi 0,5L + Tolurgan 50SC 3 L	Atlantis Pro 0.9L + Actirob B 1L + Actimum 0.5L	121,5

Tabella 4 - Prova sugli erbicidi impostata a Crenay & L'Epine

Pre-emergenza precoce (1-2 foglie)	Fine inverno (lavorazioni)	Costo (in €/ha)
Fosburi 0,5L + Daiko 2,25L + Actirob B 1L 50SC 3L	/	80,3
Fosburi 0,5L + Daiko 2,25L + Actirob B 1L 50SC 3L	Atlantis Pro 0,9L + Actirob B 1L + Actimum 1L	126,4

Tabella 5 - Prova sugli erbicidi impostata a Saint-Hilaire

Le prove sperimentali e le relative procedure messe in atto, sono descritte in Tabella 2. Due prove sono state realizzate a Gemeaux (21 - Bourgogne-Franche Comté) sulle stesse parcelle: la prova di minima lavorazione (MT) è stata implementata su un settore con lavorazione superficiale inter-coltura, mentre la prova di semina diretta (DS) era su un altro settore speculare rispetto allo schema del MT.
Come avvenuto nelle campagne precedenti, le prove 2018-2019 hanno messo in luce l'importanza di ritardare la data di semina del frumento quando sono presenti graminacee infestanti. Il ritardo più breve è stato di circa 20 giorni tra inizio e metà ottobre; i ritardi erano per lo più equivalenti a una somma termica di quasi 200 gradi-giorno (su base 0 °C). Uno spostamento di 200 gradi-giorno ha permesso una riduzione delle popolazioni di *Alopecurus* e *Lolium*. L'efficacia è risultata variabile e andava dal 18% all'87%. Per uno spostamento di 200 gradi-giorno, la riduzione media osservata era vicina al 60%. Man mano che la somma dei gradi-giorno aumentava tra le due date di semina della prova, cresceva anche la riduzione delle popolazioni di erbe infestanti nei controlli non trattati. Pertanto con ritardi tra i 250 e i 300 gradi-giorno, l'efficacia era compresa tra il 60% e l'82%, con una media del 70%.
Entrambe le prove hanno registrato riduzioni vicine all'85% tra 350 e 400 gradi-giorno. Nell'ambito delle cinque prove di questa annata, gli effetti di una riduzione del 50% in più sono stati visibili su *Alopecurus* in tre delle cinque prove. Una delle prove ha avuto un basso impatto, ma aveva un'infestazione molto bassa, mentre nella quinta prova sperimentale tre specie infestanti a foglia larga sono state parzialmente colpite.
Gli effetti su rese e margine economico sono risultati evidenti in tre prove, confermando la validità di questo metodo. Tuttavia, l'idea non è quella di

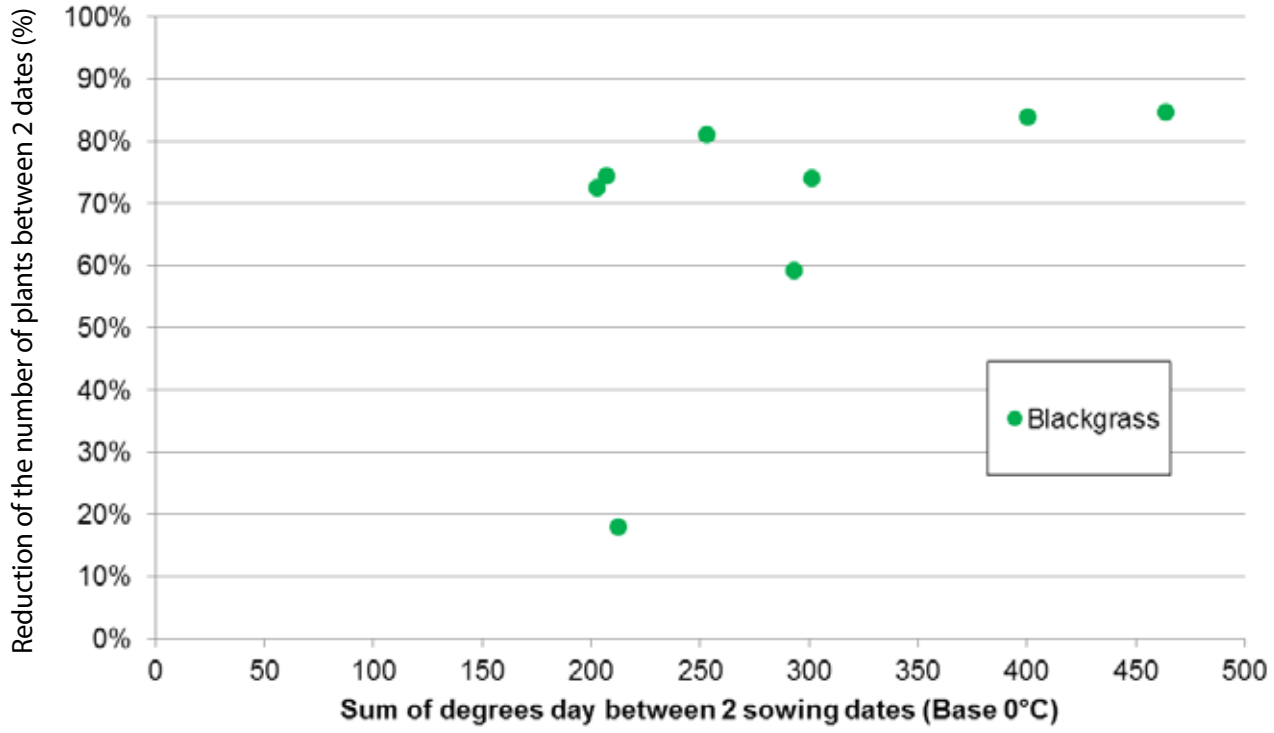


Figura 1 - Effetto della semina ritardata sulle popolazioni di infestanti nel frumento (riduzione % del numero di piante di *Alopecurus*, in due date)

passare alla raccomandazione generale di rinviare la data di semina. Queste pratiche sono efficaci quando si presentano condizioni particolari, quindi devono essere implementate su campi fortemente infestati, ovvero dove il controllo delle infestanti è fallito e/o la resistenza è un problema, o su popolazioni ridotte al fine di limitare la quantità di erbicidi. Nel caso di ridotte popolazioni (prova No Till a Gemeaux), la perdita di potenziale può essere compensata dalla presenza di infestanti meno competitive, quindi non sarebbe saggio posticipare la data di semina su campi puliti. In situazioni più difficili il rischio economico di un ritardo di 20 giorni su frumento è limitato, anche in presenza di un autunno piovoso.

Figura 2 - Visita in campo durante lo svolgimento delle prove a Gémeaux, 27/05/2019

Lavorazioni	Data di semina & cultivar		Erbicidi	Stadio e data
Aratura (20/08/2018)	2 passaggi con erpice rotante (21/08/2018 + 27/08/2018)	KWS Extase, 3/10/2018 (320 semi/m²)	DEFI+CODIX 2L+2L	Pre-emergenza (05/10/2018)
			FOSBURI 0,5L DAIKO+FOSBURI+H 2,25L+0,5L+1L	1-2 foglie (17/10/2018)
			DEFY+CODIX 2L+2L poi DAIKO+FOSBURI+H 2,25L+0,5L+1L	Pre-em 3 foglie (5/10/2018 poi 5/11/2018)
No till (ripuntatura 20/08/2018)			DEFY+CODIX 2L+2L ATLANTIS PRO+H+ACTIMUM 0,9L+1L+1L	Pre-em lavorazione (5/10/2018 poi 20/02/2019)
			DAIKO+FOSBURI+H 2,25L+0,5L+1L 1-2F poi ATLANTIS PRO+H+ACTIMUM 0,9L+1L+1L	1-2 foglie lavorazione (17/10/2018 poi 20/02/2019)
			ATLANTIS PRO+H+ACTIMUM 0,9L+1L+1L TallFinTall	lavorazione (20/02/2019)

Tabella 6 - Programma sperimentale della prova sulla integrazione di uno strumento IWM prima della semina del frumento a Saint Hilaire-en-Woëvre.
Defy = prosulfocarb
Codix = diflufenicanil + pendimethalin
Fosburi = diflufenicanil + flufenacet
Daiko = prosulfocarb + clodinafop-propargyl + cloquintocet-mexyl
H = Actirob B = olio di ricino esterificato
Atlantis Pro = mesosulfuron-me + iodosulfuron-me-na
Actimum = solfato di ammonio

UTILIZZO DI UNO STRUMENTO DI LOTTA INTEGRATA (IWM) PRIMA DELLA SEMINA DI FRUMENTO

La prova condotta a Saint Hilaire-en-Woëvre prevedeva un confronto tra lavorazioni del terreno prima della semina del frumento, combinate con diverse strategie di diserbo chimico. La tabella seguente riassume il protocollo messo in atto.
La prova confrontava una situazione "Arata" e una situazione "No Till" infestate da *Alopecurus*. Il protocollo tecnico prevedeva un passaggio con un coltivatore su stoppie Optimer (di Kuhn) sull'intera parcella eseguito il 7 luglio 2018. L'aratura è avvenuta il 20 agosto 2018, mentre nella parte "No Till" (NT) è stata fatta una leggera ripuntatura lo stesso giorno. Per il resto il protocollo era lo stesso in entrambe le parti: due passaggi con un erpice rotante per affinare il letto di semina (21 agosto e 27 agosto), quindi la semina il 3 ottobre 2018 con erpice rotante + seminatrice a disco combinati.
I conteggi delle piante di *Alopecurus* sono stati effettuati dopo la semina il 25 ottobre 2018. Nel complesso, sono state rilevate 400 piante/m² di *Alopecurus* nella tesi "No Till" e solo 2 piante/m² nella tesi "Arata". Questo studio illustra la complementarità tra leve agronomiche e controllo delle infestanti nel corso della coltivazione. In situazioni molto infestate (in questo caso, il No Till con 400 piante di *Alopecurus*/m²), anche il miglior programma di diserbo non avrebbe potuto controllare le popolazioni di infestanti. Ciò comporta una perdita economica per investimento non redditizio e la re-infestazione del campo. Tuttavia il controllo delle infestanti nella coltura con bassa densità di *Alopecurus* consente un migliore controllo della popolazione nella parte arata, anche quando non è perfetta. Con un programma di interventi ridotti nella parte arata si può ottenere un ottimo risultato rispetto alla parte NT. Il raddoppio dei trattamenti nella parte NT non è riuscito a eguagliare l'efficienza del programma "leggero" nella parte arata.

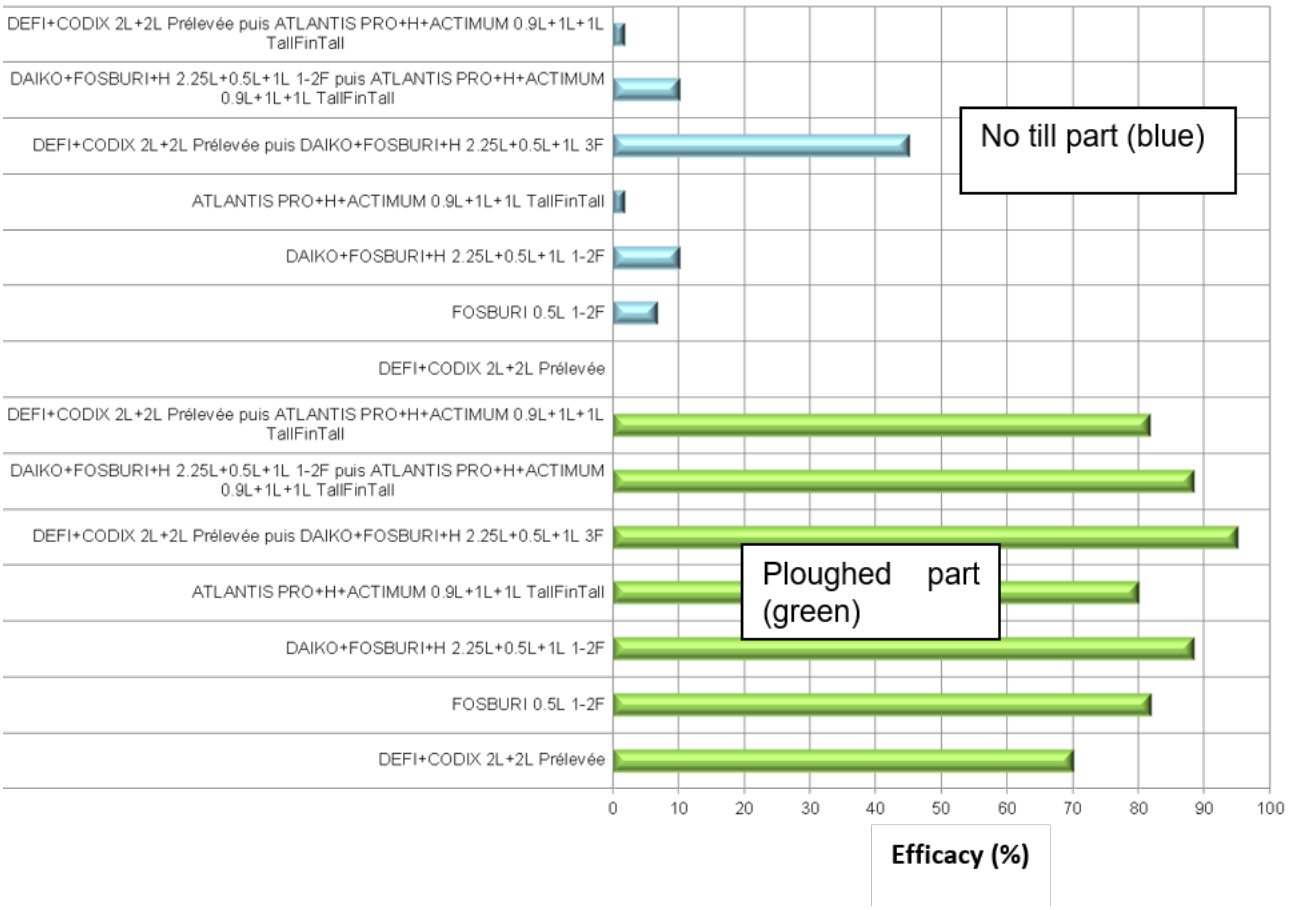


Figura 3 - Effetto dell'aratura nei programmi frumento/diserbo sulle popolazioni di *Alopecorus* (% efficacia); tesi No Till = blu; tesi Arato = verde.

PROVA SPERIMENTALE A BERGERAC

Protocollo	Date delle operazioni	Erbicidi	Erbe infestanti
Semina	30/10/2018	TROOPER 2,5L 1-2F FOSBURI 0,6L 1-2F NESSIE 1L 1-2F PICOSOLO 0,08KG 1-2F PICOTOP 1,3L Tall/FinTall PIXXARO EC 0,5L Tall/FinTall FOSBURI 0,6L 1-2F then PICOTOP 1,3L Tall/FinTall	*Papaver rhoeas* (≈50 piante/m²) *Senecio vulgare* (25 piante/m²) *Juncus bufonius* (12 piante/m²)
Erbicida 1-2 foglie	20/11/2018		
Erpice strigliatore n. 1 – 3 foglie	28/11/2018		
Erpice strigliatore n. 2	19/02/2019		
Erbicida (lavorazione)	22/02/2019		

Tabella 7 - Strategia di controllo meccanico per il frumento nella prova sperimentale a Bergerac
Trooper = flufenacet + pendimethalin
Fosburi = diflufenicanil + flufenacet
Nessie = bromoxynil + diflufenicani
Picosolo = picolinafen
Picotop = picolinafen + dichlorprop-p
Pixxaro EC = haloxyfen-me + fluroxypir + cloquintocet-mexyl

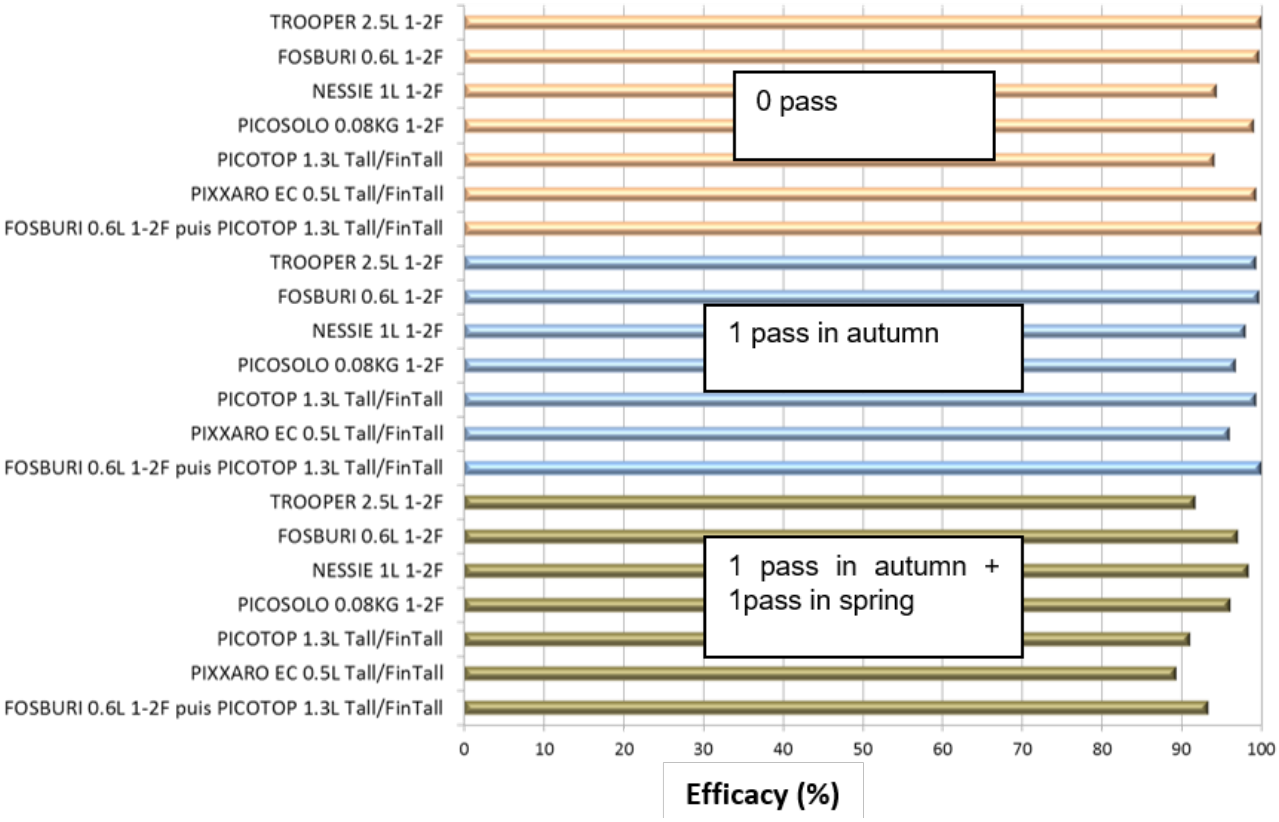


Figura 4 - Efficacia delle strategie di controllo meccanico nella prova sperimentale a Bergerac (colore: beige = 0 passaggi; azzurro = 1 passaggio in autunno; verde = 1 passaggio in autunno + 1 passaggio in primavera)

PROVA SPERIMENTALE A LAPAN

Protocollo	Date delle operazioni	Erbicidi	Erbe infestanti
Semina	19/10/2018	DEFY+CODIX 3L+1,5L pre-emergenza DEFY+FOSBURI 2,5L+0,5L 1-2F DEFY+CODIX 3L+1,5L pre-emergenza poi FOSBURI 0,6L 1-2F DEFY 2,5L + FOSBURI 0,5L poi ARCHIPEL DUO 1L + ACTIROB_B 1L + ACTIMUM 1L ARCHIPEL DUO 1L + ACTIROB_B 1L + ACTIMUM 1L	*Lolium* (400 piante/m²)
Erbicida in pre-emergenza	23/10/2018		
Erpice strigliatore n. 1 – pre-emergenza	23/10/2018		
Erbicida 1-2 foglie	16/11/2018		
Erbicida - lavorazione	05/02/2019		
Erpice strigliatore n. 2	25/02/2019		
Erpice strigliatore n. 3	22/03/2019		

Tabella 8 - Strategia di controllo meccanico per il frumento nella prova sperimentale a Lapan
Defy = prosulfocarb
Codix = diflufenicanil + pendimethalin
Fosburi = diflufenicanil + flufenacet
Archipel Duo = mesosulfuron-me + iodosulfuron-me-na
Actirob B = olio di colza esterificato
Actimum = solfato d'ammonio

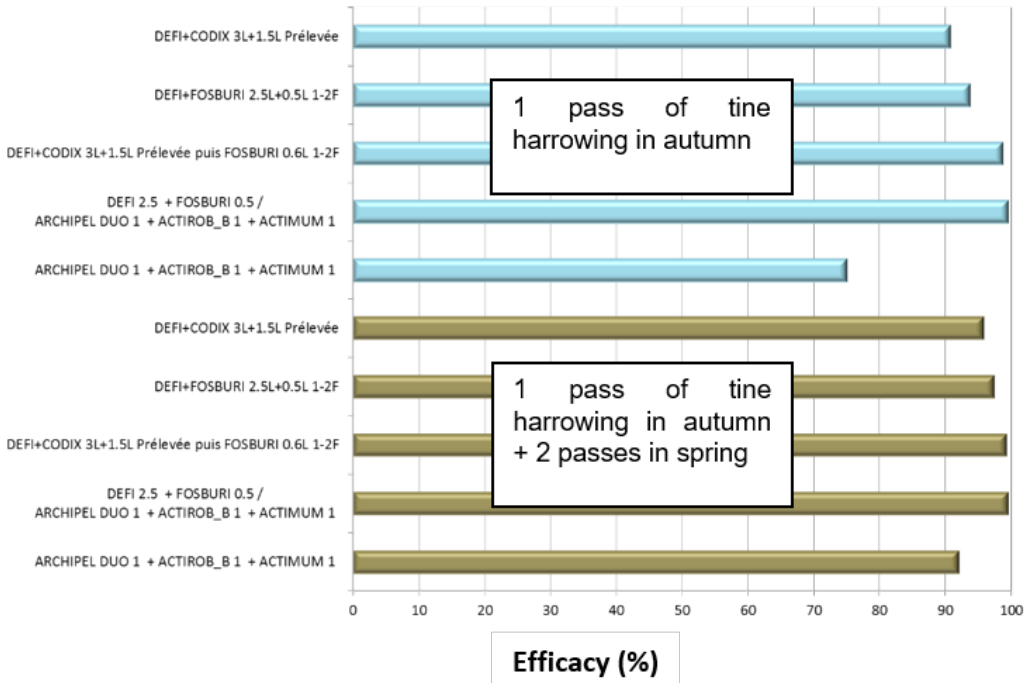


Figura 5 - Efficacia (%) delle strategie di controllo meccanico nella prova sperimentale a Lapan (colore: beige = 1 passaggio con erpice strigliatore in autunno + 2 passaggi in primavera; azzurro = 1 passaggio con erpice strigliatore in autunno)

PROVA SPERIMENTALE A PLAIMPIED-GIVAUDINS

Protocollo	Data delle operazioni	Erbicidi	Erbe infestanti
Semina	12/10/2018	DEFY+FLIGHT 2L+3L pre-emergenza DAIKO+FOSBURI+H 2,25L+0,6L+1L 1-2F DEFY+FLIGHT 2L+3L pre-emergenza poi DAIKO+FOSBURI+H 2,25L+0,6L+1L 1-2F DAIKO+FOSBURI+H 2,25L+0,6L+1L 1-2F poi ATLANTIS PRO+H+ACTIMUM 1,5L+1L+1L TallFinTall ATLANTIS PRO+H+ACTIMUM 1,5L+1L+1L TallFinTall	Alopecurus (5 piante/m²)
Erpice strigliatore n. 1 – pre-emergenza	16/10/2018		
Erbicida – pre-emergenza	18/10/2018		
Erbicida 1-2 foglie	10/11/2018		
Erbicida - lavorazione	05/02/2019		
Erpice strigliatore n. 2	22/02/2019		

Tabella 9 - Strategia di controllo meccanico per il frumento nella prova sperimentale a Plaimpied-Givaudins
Defy = prosulfocarb
Flight = picolinafen + pendimethalin
Daiko = prosulfocarb + clodinafop-propargyl + cloquintocet-mexyl
Fosburi = diflufenicanil + flufenacet
H = Actirob B = olio di colza esterificato
Atlantis Pro = mesosulfuron-me + iodosulfuron-me-na
Actimum = solfato di ammonio

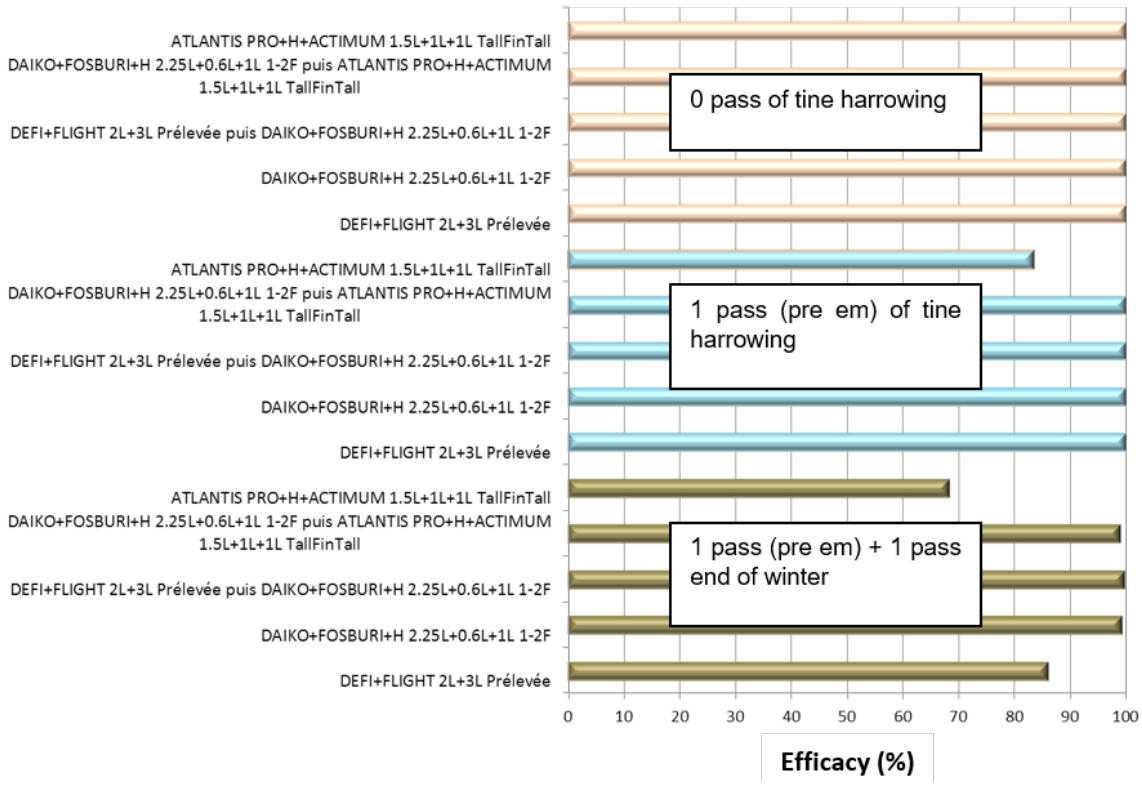


Figura 6 - Efficacia (%) delle strategie di controllo meccanico nella prova sperimentale a Plaimpied-Givaudins (colore tesi: beige = 0 passaggio con erpice strigliatore; azzurro = 1 passaggio con erpice strigliatore in pre-emergenza; marrone = 1 passaggio con erpice strigliatore in pre-emergenza e un passaggio a fine inverno)

CONFRONTO DELLE STRATEGIE MECCANICHE DI CONTROLLO PRECOCE DELLE INFESTANTI (ERPICE STRIGLIATORE) NEL FRUMENTO

Sono state realizzate sei prove su questo argomento. L'obiettivo principale di quattro di queste era la verifica delle lavorazioni precoci con erpice (a volte in pre-emergenza) e la loro frequenza, incrociata con i programmi di diserbo chimico. Solo tre prove sono risultate utilizzabili e una delle prove è stata abbandonata a causa della mancanza di malerbe.
Nei tre studi attendibili condotti da ARVALIS, i risultati sono rimasti molto variabili, con la strigliatura che ha dimostrato un'efficienza limitata. Gli erbicidi utilizzati hanno assicurato una buona prestazione, anche quando le dosi erano limitate.
In conclusione, questi tre studi non hanno dimostrato una decisa tendenza a favore di un'efficace integrazione del diserbo meccanico. La prova sperimentale di Lapan, che era fortemente infestata, ha mostrato una limitata efficacia dell'erpicatura combinata con gli erbicidi in tali situazioni. Le conclusioni sono state più contrastanti per le altre due prove, con il diserbo meccanico che ha dimostrato di avere un'efficacia molto bassa o addirittura di essere controproducente.
Queste prove sono state nuovamente implementate nell'annata 2019-2020.

PROVE SPERIMENTALI DELLA CAMERA DELL'AGRICOLTURA "ILE-DE-FRANCE"

Tre prove sono state realizzate dal partner Camera dell'Agricoltura "Ile de France", tra le quali una prova a Saint-Martin-des Champs in un campo moderatamente infestato da *Alopecurus*. L'obiettivo di questo studio era quello di trovare il modo di integrare il trattamento chimico con altre pratiche meno impattanti. Negli ultimi anni l'infestazione di malerbe non è stata sufficientemente eradicata. Il campo è stato arato l'ultima volta nell'agosto del 2017.
Il frumento è stato seminato a una profondità minima di 3-4 cm per proteggere le piantine dall'erpicatura. La densità di semina è stata aumentata del 15-20% al fine di prevenire le perdite di frumento dovute all'intervento meccanico. In questo studio la data di semina ritardata si è rivelata il modo più efficace per prevenire l'infestazione di malerbe. Per la prima data di semina (5 ottobre), tutti i trattamenti meccanici hanno dimostrato di migliorare l'efficienza del

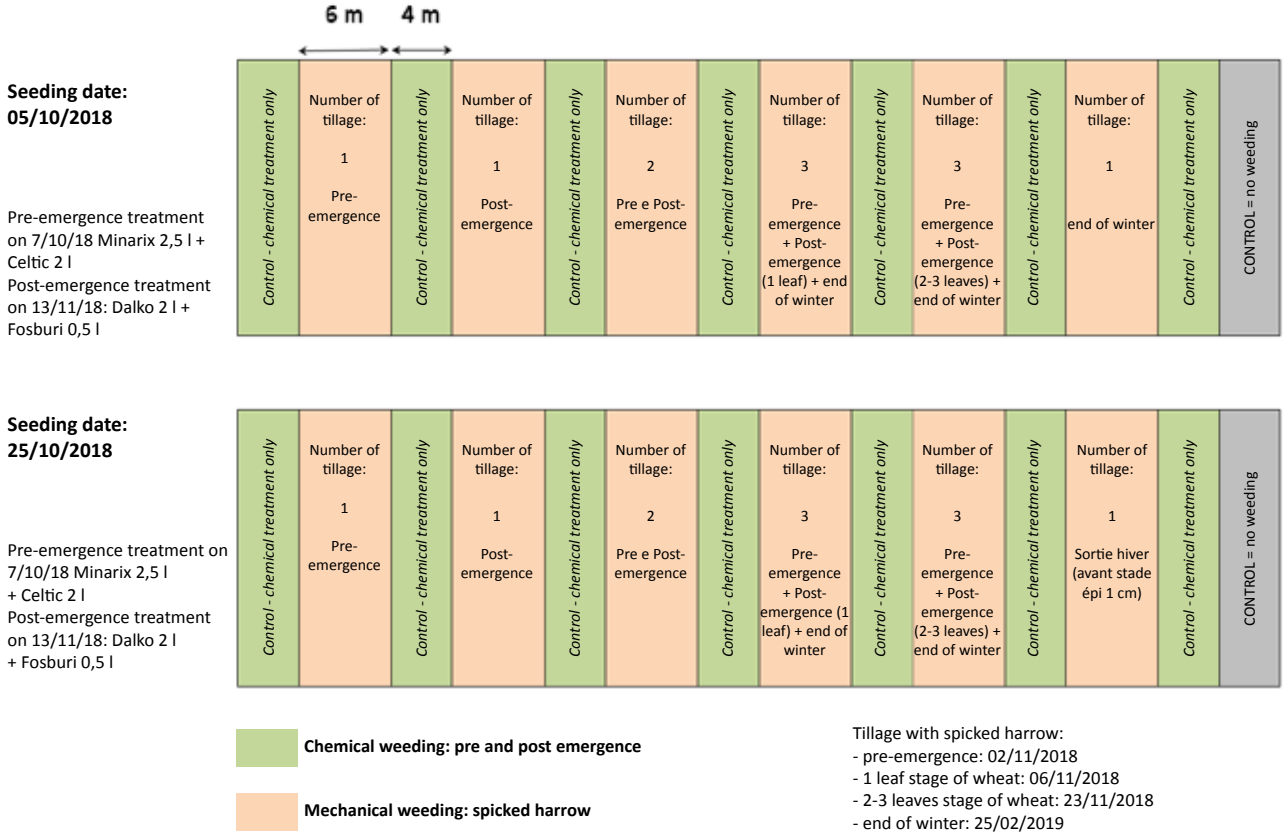


Figura 7 - Protocollo sperimentale a Saint Martin des Champs (sud di Parigi)

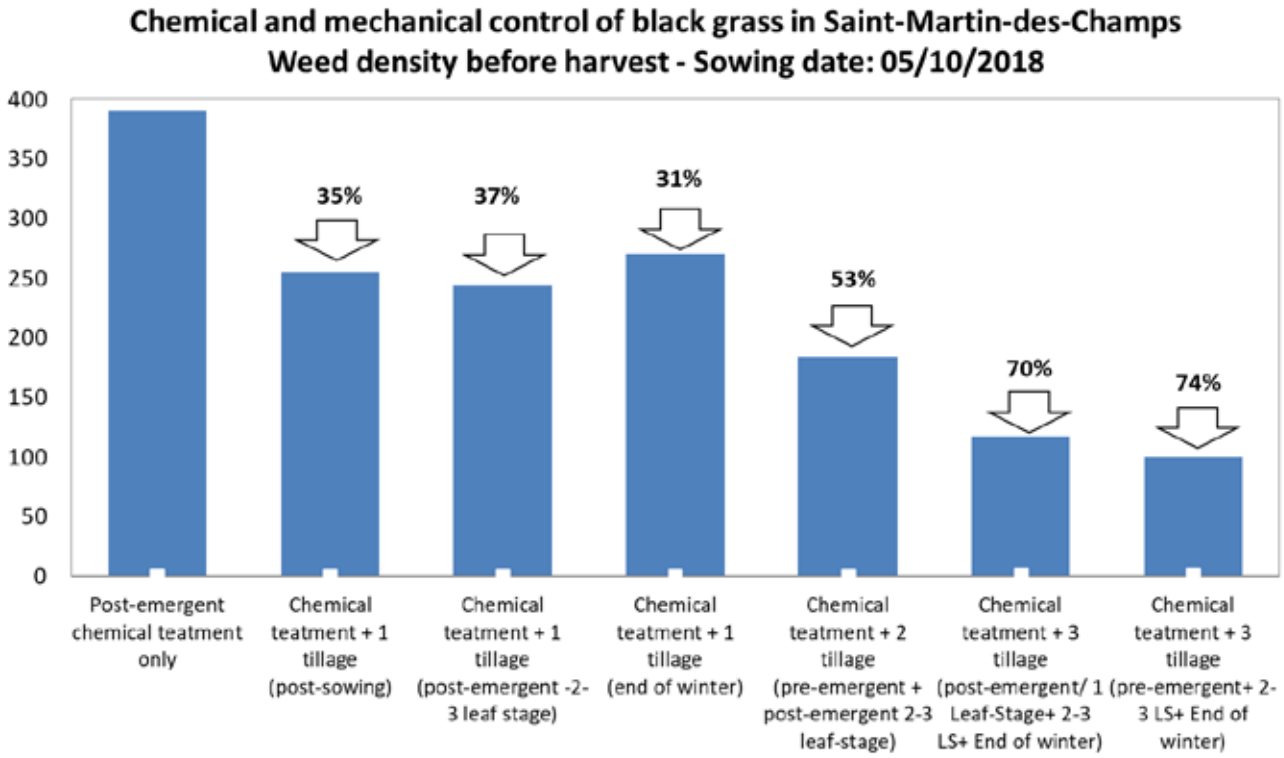


Figura 8 - Effetto degli interventi chimici o meccanici sulla densità delle erbe infestanti (*Alopecurus*) nella prova a St Martin des Champs

Figure 9, 10 e 11 - Visite guidate alla Piattaforma sperimentale avvenuta il 4 giugno 2019 (85 visitatori)

programma di trattamenti chimici tra il 31% e il 74%. Si è inoltre scoperto che più le parcelle venivano erpicate, migliore era l'efficacia. Questi risultati hanno confermato quelli degli esperimenti dell'anno scorso e hanno anche confermato che una combinazione di trattamenti meccanici e chimici può essere di un certo interesse.
Per la seconda data di semina (25 ottobre), la semina tardiva è stata sufficiente a ottenere buoni risultati di diserbo. L'utilizzo dell'erpice non ha migliorato i risultati, ma piuttosto li ha peggiorati perché ha favorito l'emergenza di semi di *Alopecurus*.
In conclusione, quando il terreno risulta pulito, non dovrebbe essere lavorato al fine di prevenire l'emergenza di erbe infestanti. La Figura 8 mostra la densità dell'*Alopecurus* osservata a giugno 2019 prima del raccolto.
Una delle prove sperimentali è stata condotta a Bonvilliers in un appezzamento altamente infestato da *Lolium* (da 80 a 650 piante/m²). Il diserbo chimico non era più sufficiente e doveva essere integrato con altri metodi di controllo.
L'obiettivo di questo studio è stato quello di confrontare il 100% di diserbo meccanico delle infestanti, il 100% di diserbo chimico e il controllo chimico delle infestanti integrato con la lavorazione primaverile del suolo.
Sono stati testati due tipi di metodi di diserbo, con un

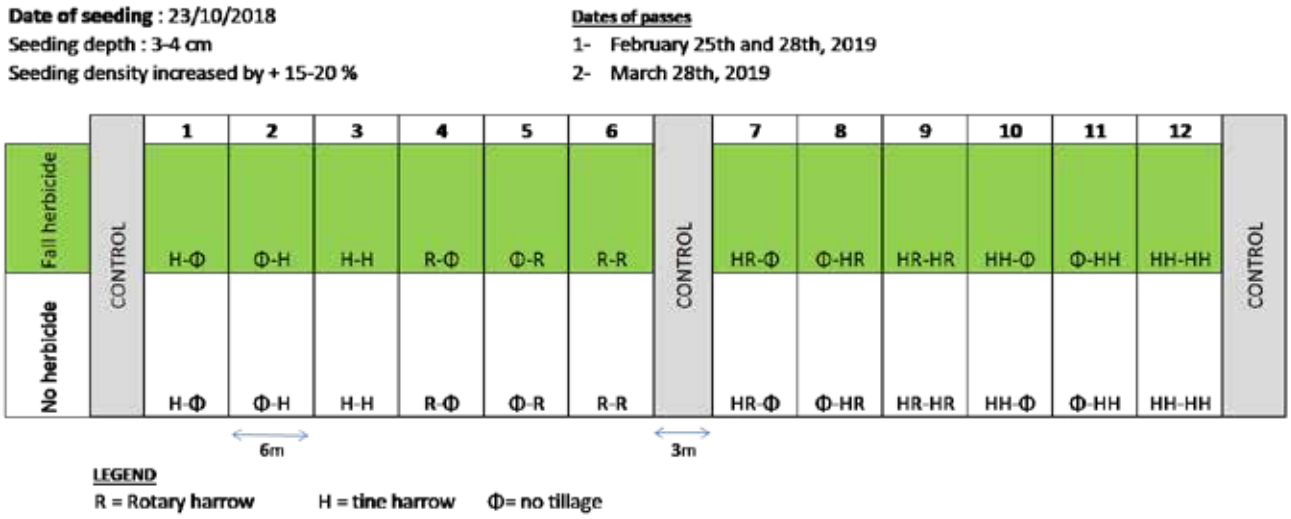


Figura 12 - Protocollo sperimentale della prova a Bonviliers (sud di Parigi)

	1	2	3	4	5	6	7
Soil tillage 2017-2018	Pseudo ploughing	False seed bed	Direct sowing without vegetative cover	Direct sowing with vegetative cover	False seed bed	Pseudo ploughing & False seed bed	Ploughing & False seed bed
Type of seeder 2018	Disc harrow	Disc harrow	Disc harrow	Disc harrow	Rotary harrow	Rotary harrow	Rotary harrow
Soil tillage 2018-2019	**Pseudo ploughing (15-20 cm depth)**	**False seed bed (3 cm) with rotary harrow**	**Direct sowing without vegetative cover**	**Direct sowing with vegetative cover**	**False seed bed (3 cm)**	**Pseudo ploughing & False seed bed**	**Ploughing & False seed bed**
Type of seeder 2019	Disc harrow	Disc harrow	Disc harrow	Disc harrow	Rotary harrow	Rotary harrow	Rotary harrow

Tabella 10 - Protocollo della prova sperimentale a Vallangoujard

trattamento chimico pre- e post-semina:
- Semina ritardata (precoce = 5 ottobre o ritardata = 25 ottobre);
- Diserbo meccanico = erpice strigliatore, da 1 a 3 passaggi.

Le date di erpicatura erano:
- In fase di pre-emergenza: 2 novembre;
- Fase di 1 foglia del frumento: 6 novembre;
- Stadio del frumento a 2-3 foglie; 23 novembre;
- Dopo l'inverno: 25 febbraio.

La semina è stata eseguita a una profondità minima di 3-4 cm per proteggere le piantine dall'erpicatura. La densità di semina è stata incrementata del 15-20% al fine di compensare le perdite di grano dovute all'intervento meccanico. Il trattamento chimico, applicato il 2 novembre su alcune delle parcelle, è stato effettuato su terreno umido senza *Lolium*. Le cattive condizioni meteorologiche in autunno hanno reso impossibile eseguire il controllo meccanico delle infestanti. Il diserbo chimico ha avuto un'efficienza

Figura 13 - Visite ai campi sperimentali a Bonvilliers (2019)

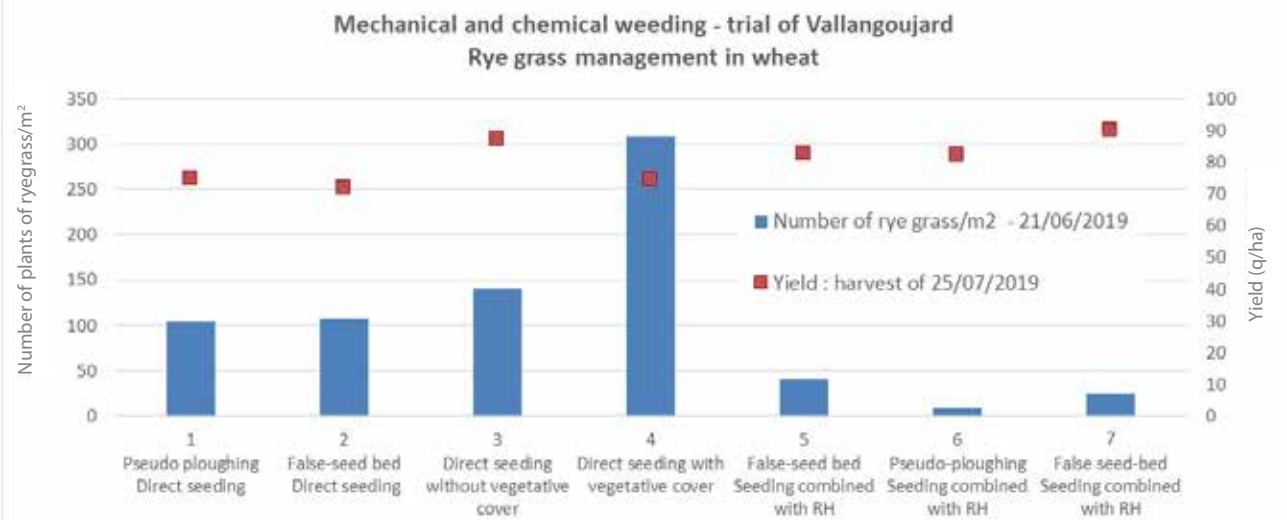


Figura 14 - Effetti del diserbo meccanico e chimico su *Lolium* (blu = numero di piante di *Lolium*/m²; rosso = Resa (q/ha): raccolta del 25/07/19

1 Pseudo ploughing Direct seeding	2 False-seed bed Direct seeding	3 Direct seeding without vegetative cover	4 Direct seeding with vegetative cover	5 False-seed bed Seeding combined with rotary harrow	6 Pseudo-ploughing Seeding combined with rotary harrow	7 False seed-bed Seeding combined with rotary harrow
4	4	3	1	5	7	6

Acceptability score
Scale: 0 = control to 10 = no ryegrass

Tabella 11 - Punteggio di Accettabilità per le diverse strategie di controllo del *Lolium* (Scala: 0=controllo; 10= nessun *Lolium*)

dell'85%, ma a causa dell'altissima densità di infestanti alla fine dell'inverno c'erano ancora 100 piante/m² di *Lolium*.
Le erpicature sono state eseguite il 25 febbraio su terreni asciutti. Nei giorni seguenti, le malerbe estratte sono morte rapidamente grazie alle condizioni climatiche secche. L'erpice rotante, tuttavia, era raramente più aggressivo nei confronti della coltura rispetto alle malerbe. Il secondo trattamento meccanico ha avuto luogo il 28 marzo. Il terreno era asciutto e i denti dell'erpice avevano difficoltà a scavare nel terreno. È stato quindi necessario eseguire un'ulteriore erpicatura per rimuovere il *Lolium*.
In questa prova il diserbo meccanico con erpice normale e rotante è risultato molto deludente. Solo tre parcelle erano leggermente migliori del controllo, ma non sono riuscite a fornire una resa soddisfacente per gli agricoltori.
L'infestazione più bassa di *Lolium* è stata osservata su parcelle arate in profondità nell'autunno 2017 (Strategie 7 e 6). Il risultato peggiore è stato ottenuto nella tesi a semina diretta con cover crop. In questa tesi il trattamento chimico in autunno non ha raggiunto le giovani piante di *Lolium*, che sono state protette dalla cover.
Prima della raccolta l'aspetto visivo delle parcelle è stato valutato dai consulenti della Camera dell'Agricoltura dell'Ile-de-France allo scopo di valutare l'accettabilità dell'infestazione di malerbe da parte degli agricoltori. Come si può vedere in Figura 14, il numero di piante di *Lolium* è risultato ben correlato alla valutazione, ma i dati sulla resa non hanno rispecchiato queste osservazioni. Questa discrepanza era dovuta all'eterogeneità dell'infestazione nella fascia di valutazione.

Controllo meccanico delle infestanti	Prodotti & Dosi Pre-emergenza	post-emergenza precoce 1-2 foglie
	Control	
-	/	Defi 2,5 L
	Trooper 2 L	Defi 2,5 L
Sarchiatura in primavera seguita da strigliatura	/	Defi 2,5 L
	Trooper 2 L	Defi 2,5 L
2 passaggi di sarchio in primavera seguiti da strigliatura	/	Defi 2,5 L
	Trooper 2 L	Defi 2,5 L
Controllo totalmente meccanico delle malerbe = strigliatura in autunno seguita da 3 passaggi di sarchio in primavera	/	

Tabella 12 - Controllo meccanico delle infestanti (sarchiatura) su triticale nella prova di Boigneville
Defy = prosulfocarb
Trooper = flufenacet + pendimethalin

CONTROLLO MECCANICO DELLE INFESTANTI (SARCHIATURA) NEL TRITICALE

La sarchiatura sembra essere lo strumento meccanico più efficace sulle infestanti più sviluppate, ma questo metodo di lotta merita ulteriori indagini per valutarne l'efficacia e la fattibilità. Attualmente, dove la resistenza agli erbicidi (inibitori ACCase e ALS [gruppi HRAC A e B]) continua ad aumentare, la sarchiatura potrebbe essere utilizzata per integrare le applicazioni autunnali degli erbicidi, le uniche ancora efficaci su tali popolazioni di *Lolium*.
Nel 2019 sono state eseguite due nuove prove sperimentali a Boigneville al fine di determinare se la sarchiatura poteva essere interessante da

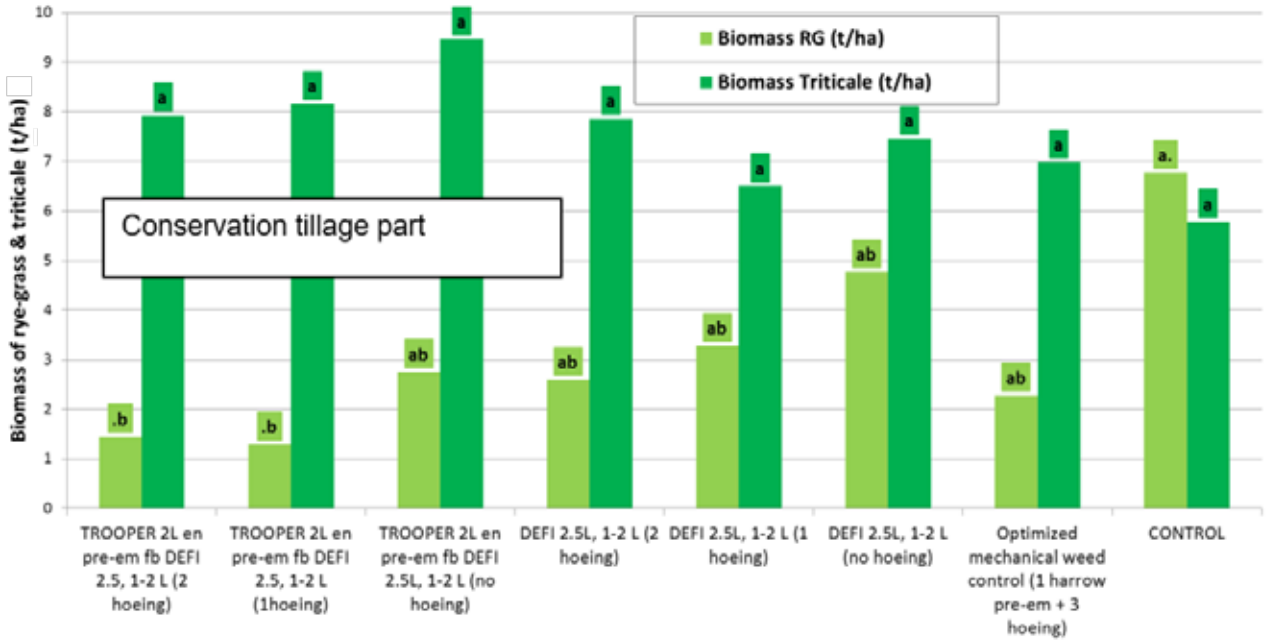


Figura 15 - Biomassa di *Lolium* e triticale (t/ha) secondo diversi protocolli di diserbo misto con lavorazione conservativa (verde chiaro = biomassa di *Lolium*; verde scuro = biomassa di triticale). Il punto a sinistra della lettera indica una differenza significativa tra le tesi

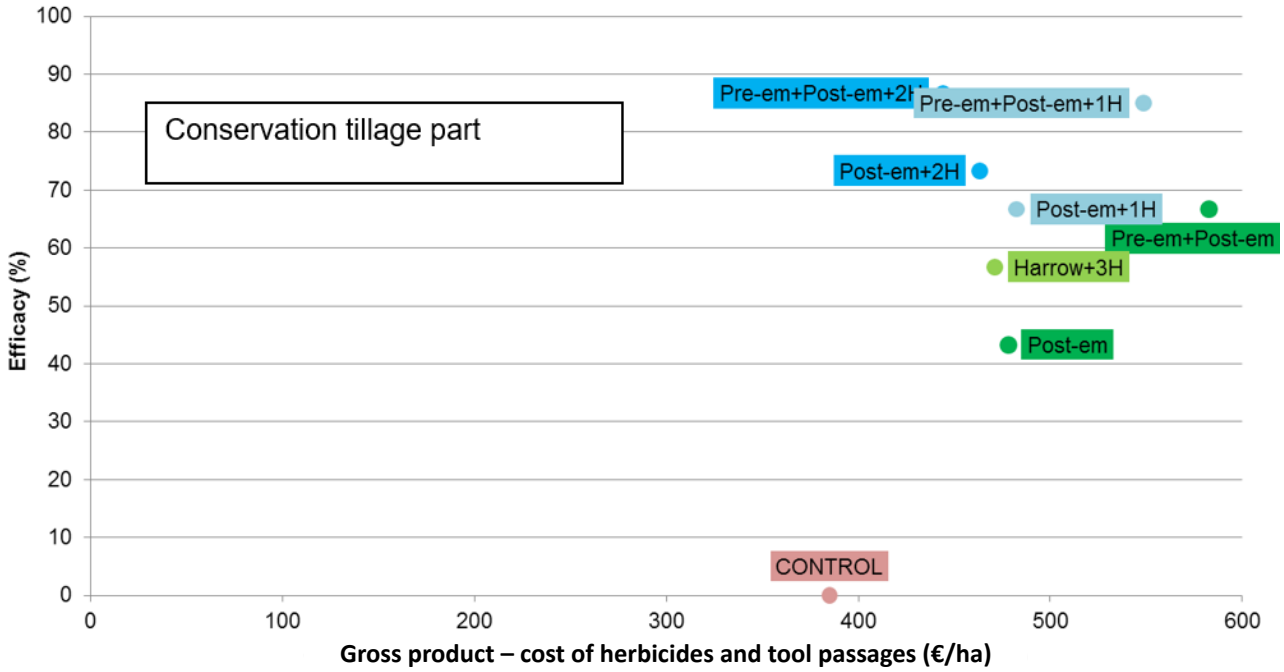


Figura 16 - Costo del prodotto lordo (Euro/ha) ed Efficacia (%) seguendo diversi protocolli di diserbo misto con lavorazione conservativa

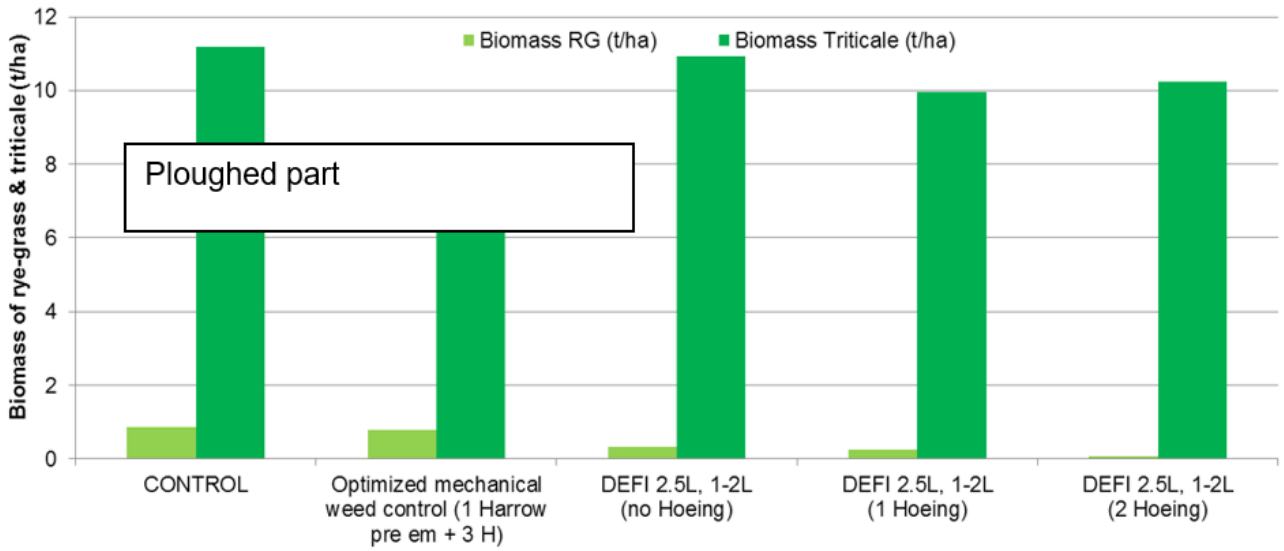


Figura 17 - Biomassa di *Lolium* italico e di triticale (t/ha) secondo diversi protocolli di diserbo misto nella tesi arata (verde chiaro = biomassa di *Lolium*; verde scuro = biomassa di triticale)

inserire nelle strategie con erbicidi autunnali. Le due prove sono state eseguite su un terreno coltivato storicamente a triticale con semina diretta. Nel 2018 parte dell'appezzamento è stato arato, mentre il resto è stato mantenuto in semina diretta. Ogni area ha ospitato una prova (stesso protocollo come di seguito).

L'ultima prova sperimentale è stata eseguita a Vallangoujard, a nord-ovest di Parigi. L'obiettivo era quello di testare una serie di strategie di diserbo meccanico su *Lolium*.

L'unica differenza nel protocollo sperimentale delle due prove consisteva nella storia della lavorazione del terreno: una parte era stata arata nel 2017, l'altra parte è ancora condotta in conservativa. Tutte le parcelle sono state seminate a una distanza di 15 cm per consentire alla sarchiatrice (modello Garford autoguidato dalla telecamera) di passare tra le file.

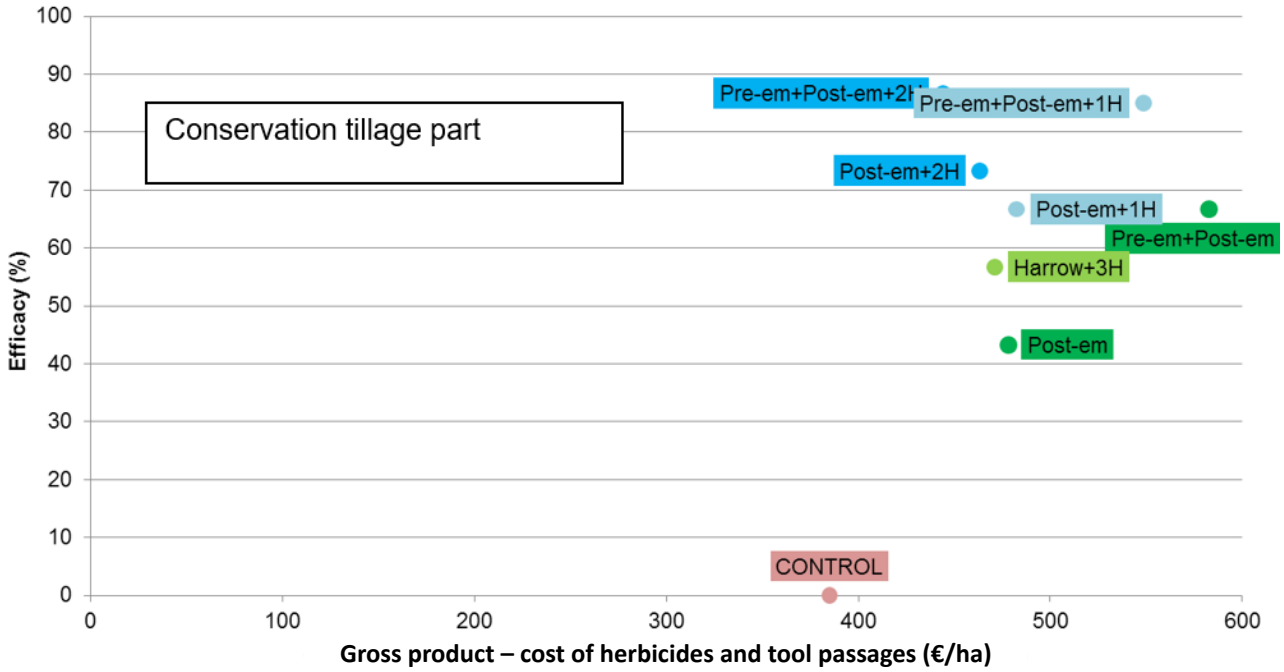


Figura 18 - Costo del prodotto lordo (euro/ha) ed efficacia (%) seguendo diversi protocolli di diserbo misto con aratura

La sarchiatura è stata eseguita il 21 febbraio, 28 marzo e 12 aprile 2019. Solo i primi due passaggi sono stati seguiti da un erpice, poiché il triticale aveva raggiunto lo stadio di 1 nodo durante il terzo passaggio il 12 aprile. Un'erpicatura dopo la sarchiatura ha permesso di "rompere" le piccole zolle e di limitare lo scalzamento. Le condizioni climatiche prima e dopo ogni passaggio di diserbo meccanico sono state ottimali. Sono state rilevate circa 1000 piante/m² di *Lolium* nella tesi Testimone nella parte di lavorazione conservativa e solo 70 piante/m² di *Lolium* nella parte arata.
Queste prove non hanno consentito di rispondere a tutte le domande sulla sarchiatura dei cereali, poiché le condizioni dell'annata nelle prove sperimentali hanno causato una grande variabilità nella risposta alla sarchiatura. Va messo in evidenza che questa variabilità si rispecchia anche nell'efficienza delle lavorazioni su scala aziendale, poiché il diserbo meccanico dipende molto dal suolo e dalle condizioni climatiche, che possono indurre risultati molto diversificati. Tuttavia queste prove hanno consentito di mettere in risalto alcuni elementi:

- La distanza tra i semi di oltre 20 cm penalizza la resa;
- Sono possibili passaggi del sarchio con elementi distanziati da 15 a 17 cm, senza deteriorare la resa a priori, quando le sarchiature sono effettuate in condizioni non di stress per la coltura (è necessario prestare particolare attenzione nella fase del cereale sopra il 1° nodo). Idealmente, sarebbe necessaria una prova senza infestanti per misurare l'effetto potenzialmente negativo sulle prestazioni della sarchiatura;
- I vantaggi sulle malerbe sviluppate (graminacee) sono moderati ma ci sono, a seconda delle popolazioni, del suolo e delle condizioni climatiche presenti al passaggio/i del sarchio;
- Il diserbo solo meccanico presenta vantaggi in termini di efficienza e resa, ma non consente di gestire completamente le grandi popolazioni di graminacee.

STRATEGIE DI LAVORAZIONE DEL TERRENO, ESCLUDENDO IL GLIFOSATE, PRIMA DELLA SEMINA DEL PISELLO PRIMAVERILE

Questa prova è stato eseguita da "Terres Innovia" a Rians. Per seminare su terreno pulito era importante testare gli strumenti e le profondità di lavorazione prima di seminare i piselli primaverili al fine di:
1) Verificare che le malerbe presenti prima della semina dei piselli fossero eliminate;
2) Garantire che l'affrancamento della coltura non fosse compromesso;
3) Verificare che ciò non facesse emergere troppe nuove infestanti nelle colture successive.
Questi aspetti sono importanti ed è necessario trovare il tipo di lavorazione ottimale (strumento, profondità, condizioni di lavorazione) sia per distruggere le malerbe sia per garantire la crescita della coltura. Lo schema sperimentale era a parcelloni (strip), il cui protocollo è riassunto nella tabella seguente.

Codice	Trattamento	Trattamento effettivo
1	Lavorazione con attrezzature disponibili in azienda (erpice rotante o coltivatore a denti con rullo, ecc.)	20/02: vibrocoltivatore (a 10-12 cm di profondità) seguito da erpice piatto per il livellamento
2	-	-
3	Glifosate prima della semina	16/02: 1,2 L/ha di Glifosate (in condizioni ottimali)

Tabella 13 - Protocolli di diserbo nella prova a Rians

Figura 19 - Erpice piatto

Figura 20 - Coltivatore

I piselli primaverili sono stati lavorati con un erpice rotante il 25/02/2019. Gli erbicidi usati sui piselli primaverili erano:
- Challenge 600 (aclonifen) 1 L/ha il 25 marzo;
- Nirvana (pendimethalin + imazamox) 1,5 L/ha il 10 aprile.

Prima che la flora infestante fosse distrutta, sono stati individuati i principali tipi di malerbe, si trattava soprattutto di bromi (*Bromus* spp.), ma anche veronica, gallio *Galium aparine* e papavero (*Papaver rhoeas*). C'era forse un'eterogeneità frammentata pregressa, in quanto la tesi 3 è sembrata meno infestata, in particolare dai bromi, rispetto alle altre due anche prima di qualsiasi intervento.
Dopo che la flora era stata distrutta (meccanicamente in tesi 1, chimicamente in tesi 3), i piselli seminati e il trattamento erbicida effettuato con Challenge e poi con Nirvana sulla tesi 3, la flora era più contenuta nelle tesi 1 e 3 (cioè dove la flora era stata eliminata prima della semina), con circa 10 piante/m². Tuttavia c'erano circa 75 piante/m² nella tesi 2, dove la flora non era stata distrutta prima della semina, in particolare erano presenti bromo e viola di campo, un risultato considerato insoddisfacente.
Da tutto ciò si deduce che il diserbo chimico da solo

	Piante /m²
Tesi 1 – lavorazione	78
Tesi 2 – nessuna lavorazione o trattamento erbicida	85
Tesi 3 – glifosate	78,6

Tabella 14 - Numero di piante di pisello/m²

non è sufficiente a controllare la flora infestante nel pisello. Nella fase dei boccioli fiorali del pisello i bromi sono nella loro piena fase di accestimento, pertanto la distruzione della flora prima della semina è importante.
Anche se la tesi 3 con uso di glifosate sembrava essere la più pulita nelle condizioni di questa prova (e in particolare la meno infestata da bromo il 24 maggio), è stato osservato che la tesi 1 con vibrocoltivatore presentava tassi di infestazione nel pisello simili alla tesi 3. In questa prova il vibrocoltivatore è sembrato controllare le infestanti nei piselli al pari del glifosate.

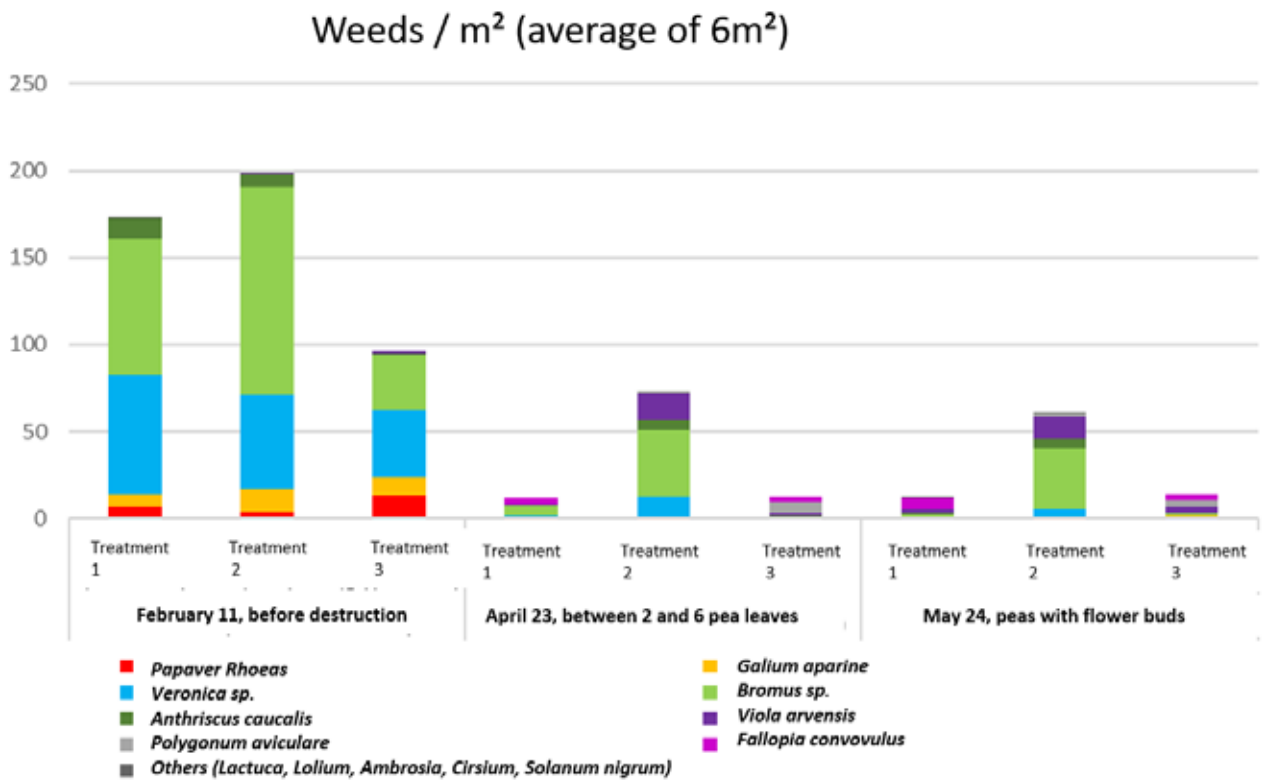


Figura 21 - Numero di malerbe/m² seguendo diversi protocolli di diserbo in tre date (11 febbraio, 23 aprile 23 e 24 maggio)

	Tesi	Trattamento			Costo (€)	tfi
		Pre-emergenza	4-6 foglie	Intorno al 1 November		
1	Chimica 1	Alabama 2,5 L/ha	-	-	100	1
2	Chimica 2	-	MOZZAR 0,25 L/ha	-	45	0,5
3	Chimica 3	-	MOZZAR 0,25 L/ha	Kerb Flo 1,8 L/ha	75	1,5
4	Chimica 4	Alabama 1,8 L/ha	MOZZAR 0,25 L/ha	Kerb Flo 1,8 L/ha	150	2,25
5	Mista 1	Strigliatore (TE)	TE	MOZZAR 0,25 L/ha + Kerb Flo 1,8 L/ha	75	1,5
6	Mista 2	TE	TE	Kerb flo 1,8 L/ha	30	1
7	Mista 3	TE	TE	IELO 1,5 L/ha	55	1
8	Meccanica 1	TE	TE	-	0	0
9	Meccanica 2	TE	TE	TE	0	0
10	Chimica 5	-	-	MOZZAR 0,25 L/ha + Kerb Flo 1,8 L/ha	75	1,5

Tabella 15 - Le tesi a confronto, con i relativi trattamenti di controllo chimico e meccanico delle malerbe su colza nelle prove a Nancy e Mons
Alabama = metazachlor + dmta-p + quinmerac
Mozzar = picloram + haloxifen-me
Kerb Flo = propyzamid
Ielo = aminopyralid + propyzamid

DISERBO MECCANICO SULLA COLZA CON O SENZA ERBICIDI

Due prove sono state eseguite da "Terres Inovia" a Nancy e Mons. Gli obiettivi principali erano:

1) Acquisire esperienza su strategie miste in un contesto di riduzione dei prodotti fitosanitari con un nuovo prodotto per il controllo delle infestanti in post-emergenza (MOZZAR: halauxifen + picloram) unito al controllo meccanico delle infestanti;
2) Valutare le prestazioni tecniche ed economiche di queste strategie, che sostituiscono parzialmente o totalmente gli erbicidi con alternative meccaniche o miste con un erpice da diserbo.

Il disegno sperimentale prevedeva tre repliche.
Le infestanti a Mons erano cereali da risemina e *Matricaria*, mentre a Nancy l'infestante principale era la *Capsella bursa pastoris*. Il protocollo è descritto nella tabella seguente.

	Tesi	Trattamento			Efficacia (%) 20 Febbraio	Numero di ripetizioni con sufficiente *Capsella* per valutazione
		Pre-emergenza	4-6 foglie	Intorno al 1 Novembre		
1	Chimica 1	Alabama 2,5 L/ha	-	-	80	2
2	Chimica 2	-	MOZZAR 0,25 L/ha	-	95	1
3	Chimica 3	-	MOZZAR 0,25 L/ha	Non effettuato ~~Kerb 1,8 L/ha~~	95	2
4	Chimica 4	Alabama 1,8 L/ha	MOZZAR 0,25 L/ha	Non effettuato ~~Kerb* 1,8 L/ha~~	95	3
5	Mista 1	Tine harrowing (TE)	TE	MOZZAR 0,25 L/ha ~~+ Kerb* 1,8 L/ha~~ (Non effettuato)	70	1
6	Mista 2	TE	TE	Non effettuato ~~Kerb* 1,8 L/ha~~	90	2
7	Mista 3	TE	TE	IELO 1,5 L/ha	60	1
8	Meccanica 1	TE	TE	-	80	2
9	Meccanica 2	TE	TE	Not applied ~~TE~~	60	1
10	Chimica 5	-	-	MOZZAR 0,25 L/ha ~~+ Kerb* 1,8 L/ha~~ (Non effettuato)	60	2

Tabella 16 - Trattamenti per il controllo delle erbe infestanti in colza nella prova di Nancy
* La parcella era priva di erba, quindi Kerb non è stato applicato.
** La strigliatura non è stata eseguita una terza volta a causa delle condizioni meteorologiche.
*** Poiché l'applicazione di Kerb e la terza strigliatura non sono stati eseguiti, le tesi: Mista 2, Meccanica 1 e Meccanica 2 sono analoghe.
Livello di soddisfazione: verde = buono; giallo = medio - insufficiente; rosso = completamente insoddisfacente

Figura 22 - Infestazione di *Capsella* (2019/03/18) – parcella Testimone di controllo

Figura 23 - Passaggio con erpice a denti flessibili

	Tesi	Trattamento			Matricaria (4 foglie) 18 Dicembre	Grano risemina spontanea (3 foglie) 18 Dicembre
		Pre-emergenza	4-6 foglie	Intorno al 1 Novembre	Efficacia (%)	Efficacia (%)
1	Chimica 1	Alabama 2,5 L/ha	-	-	100	80
2	Chimica 2	-	MOZZAR 0,25 L/ha	-	68,3	30
3	Chimica 3	-	MOZZAR 0,25 L/ha	Kerb Flo 1,8 L/ha	73,3	65
4	Chimica 4	Alabama 1,8 L/ha	MOZZAR 0,25 L/ha	Kerb Flo 1,8 L/ha	100	81,7
5	Mista 1	Tine harrowing (TE)	TE	MOZZAR 0,25 L/ha + Kerb Flo 1,8 L/ha	90	70
6	Mista 2	TE	TE	Kerb Flo 1,8 L/ha	55	68.3
7	Mista 3	TE	TE	IELO 1,5 L/ha	71,7	70
8	Meccanica 1	TE	TE	-	65	50
9	Meccanica 2	TE	TE	TE	33,3	66,7
10	Chimica 5	-	-	MOZZAR 0,25 L/ha + Kerb Flo 1,8 L/ha	40	43,3

Tabella 17 - Trattamenti per il controllo delle infestanti in colza nella prova a Mons
Livello di soddisfazione: verde = buono; giallo = insufficiente; rosso = completamente insoddisfacente

PROVA A NANCY

Questa prova presentava una bassa infestazione da Capsella, che era diffusa in modo eterogeneo durante l'esperimento, grazie alle condizioni meteorologiche di fine estate e autunno 2018 molto secche sia per le malerbe che per l'emergenza della colza.
Di conseguenza, non tutti i trattamenti sono stati monitorati sui tre diversi blocchi. Complessivamente i trattamenti con MOZZAR applicati in ottobre allo stadio di sei foglie di colza (tesi Chimica 2, 3 e 4) hanno mostrato un'elevata efficacia (superiore al 90%) ed erano migliori del testimone Alabama (tesi Chimica 1: 80% di efficacia).
La sola applicazione tardiva di MOZZAR (tesi Chimica 5) ha mostrato un'efficacia media (70%), ma è migliorata se integrata con diserbo precoce (tesi Mista 1: 90%). La tesi Mista 1 con due passaggi di un erpice in pre-emergenza e poi a sei foglie con aggiunta di MOZZAR il 1 ° novembre è risultata migliore (90%) rispetto allo stesso programma con IELO (tesi Mista 3: 80%). Le tesi con solo diserbo meccanico (diserbo pre-emergenza e poi diserbo allo stadio 6 foglie; tesi: Mista 2, Meccanica 1 e Meccanica 2) hanno avuto un'efficacia insoddisfacente (60%).
Pertanto, nonostante l'infestazione da Capsella fosse bassa ed eterogenea, questo studio ha potuto rispondere alla questione iniziale, vale a dire che l'erpicatura e il diserbo in post-emergenza precoce alle sei foglie di colza consentono di posticipare l'applicazione di MOZZAR al 1 ° novembre a metà dose (0,25 L/ha). L'efficacia ottenuta con questo sistema è soddisfacente (90%) ed è migliore sia del testimone Alabama (80%), sia dello stesso programma con IELO (80%) e quasi altrettanto buona della tesi con MOZZAR applicato in ottobre allo stadio di 6 foglie del colza (95%).

PROVA A MONS

Per quanto riguarda la selettività dei passaggi, non sono state osservate differenze di vigore, scolorimento o deformazione nell'ambito della prova dopo ogni intervento, sia esso meccanico o chimico.
L'uso di erpici in pre-emergenza, tuttavia, è stato altamente dannoso per la colza con una perdita del 50% o più delle piante (Figura 23). Ciò può essere dovuto al fatto che l'erpicatura è stata eseguita un po' troppo tardi rispetto alla semina, e probabilmente quando il seme era già germogliato. Questo passaggio meccanico di pre-emergenza è un'operazione piuttosto delicata perché la colza è così piccola da essere sensibile a qualsiasi intervento; anche la stretta finestra di intervento e la profondità di semina, che dovrebbe essere aumentata per il passaggio meccanico, costituivano altrettante problematiche.
I successivi passaggi meccanici hanno causato solo alcune perdite di piante, dal 3% al 5% circa. In effetti, nonostante l'erpicatura più aggressiva, non vi è stata quasi alcuna perdita di piante in quanto la colza era ben radicata.
Il rilievo finale è stato fatto un po' troppo presto, poiché gli erbicidi non hanno avuto il tempo di essere efficaci: l'osservazione doveva essere fatta durante la stagione invernale. Inoltre c'erano emergenze tardive di malerbe. Pertanto, sulla *Matricaria* MOZZAR non è stato completamente efficace (circa il 70% nelle tesi Chimica 1 e 2; il 40% per MOZZAR in ritardo in

Chimica 5). Allo stesso modo, il trattamento con IELO nella tesi Mista 3 non è stato completamente efficace. Tuttavia questa sperimentazione evidenzia la buona efficacia (90%) della tesi Mista 1, il che significa che i due passaggi dell'erpice si sono rivelati un buon complemento all'applicazione tardiva di MOZZAR (che aveva solo il 40% di efficacia all'inizio dell'inverno). Poiché MOZZAR è progettato per continuare a lavorare durante l'inverno, possiamo immaginare che l'efficacia complessiva del trattamento misto sarà potenzialmente molto buona (> 90%). Pertanto i trattamenti meccanici (erpicatura, in questo caso) sembrano costituire un buon complemento per il diserbo chimico. Tuttavia i soli trattamenti meccanici non garantiscono un'efficienza soddisfacente (rispettivamente pari al 65% e 33% per i trattamenti meccanici 1 e 2 su *Matricaria*). Si può presumere che la tesi Meccanica 2 sia meno soddisfacente perché l'ultimo diserbo di novembre ha causato nuove emergenze di camomilla. In effetti novembre è tradizionalmente un mese in cui il tempo di asciugatura è ridotto. Il terzo passaggio di diserbo con l'erpice (tesi Meccanica 2) ha eliminato più graminacee rispetto all'insieme dei due passaggi dell'erpice (tesi Meccanica 1), sebbene il solo diserbo con l'erpice rimanga insoddisfacente per un buon controllo complessivo delle infestanti.

COLTURE CONSOCIATE IN AGRICOLTURA BIOLOGICA PER PREVENIRE L'INFESTAZIONE DI MALERBE

La gestione delle malerbe (e anche della pressione dei parassiti) pone molti problemi nei sistemi di agricoltura biologica. L'obiettivo principale di questa sperimentazione era misurare l'impatto della consociazione delle colture, incrociata con le densità di semina, sulla singola coltura (frumento o avena o fava). Questa prova era situata a Rians, nella Francia centrale. La tabella seguente riassume i vari trattamenti.

1	Frumento inv. + fava	Densità Normale: 200 + 20 g/m²
2		Densità Alta: 300 + 30 g/m²
3	Triticale + fava + pisello da foraggio	Densità Normale: 100 + 14 + 13
4		Densità Alta: 150 + 21 + 19
5	Triticale + pisello da foraggio	Densità Normale 150 + 20
6		Densità Alta: 200 + 30
7	Avena + fava	Densità Normale: 150 + 20
8		Densità Alta: 200 + 30
9	Avena	Densità Normale: 300
10	Triticale	Densità Normale: 350
11	Fava	Densità Normale: 40
12	Frumento invernale	Densità Normale: 400

Tabella 18 - Prova di consociazioni a Rians

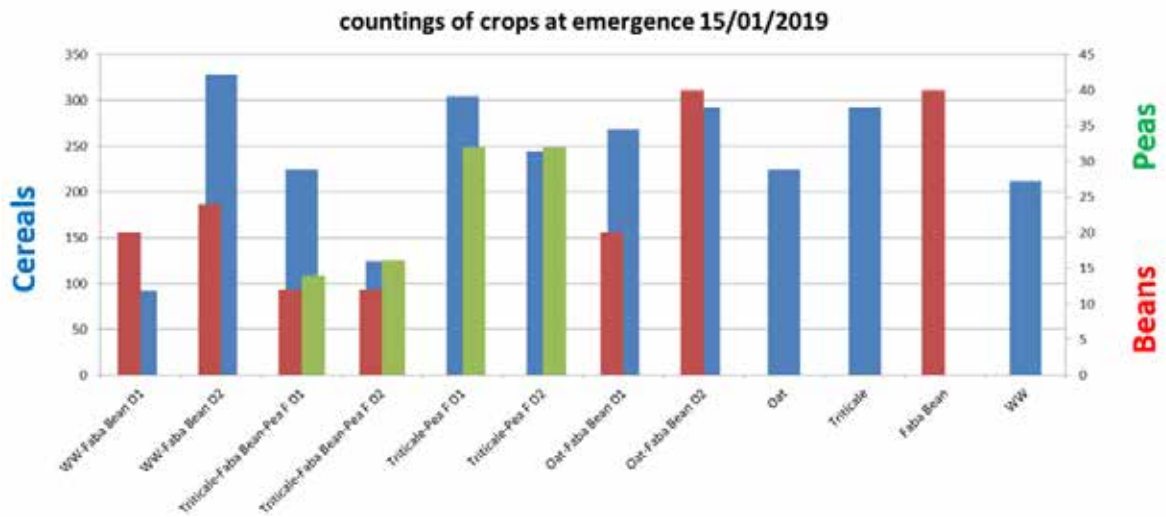


Figura 24 - Conteggio dell'emergenza delle colture (15 gennaio 2019) nella prova di Rians. Blu = cereali; Rosso = fava; Verde = pisello.

ESPERIMENTO A LUNGO TERMINE SULLA LOTTA ALLE MALERBE BASATO SUL CONTROLLO INTEGRATO RISPETTO A UN SISTEMA DI COLTIVAZIONE CONVENZIONALE (Colza/Frumento/Orzo)

Questa prova, condotta da FDGEDA 18, è collocata a Vomay. Il sistema tradizionale di coltivazione in questa regione si basa su colture da reddito autunnali (colza, frumento invernale e orzo invernale). A causa dei suoli poco profondi (argilla e calcare superficiale), non sono frequenti né il No-Till né la semina diretta e il controllo delle infestanti è piuttosto difficile (*Alopecurus*, comprese popolazioni resistenti). L'obiettivo era confrontare due situazioni: quella di riferimento (No Till, con rotazione colturale colza/frumento/orzo) e una nuova strategia di diserbo integrato basata su una diversa rotazione (introduzione di piselli invernali e una coltura primaverile, ad es. il girasole).
Le infestanti presenti nella parte del grano erano solo a foglia larga, principalmente *Galium aparine*, fiordalisi (*Centaurea cyanus*), *Anthriscus* e *Geranium*. I livelli di infestazione sono contenuti in Tabella 20.

Sistemi di coltivazione	
Annata 2017-2018	Testimone standard: orzo invernale Diserbo integrato: pisello invernale
Annata 2018-2019	Testimone standard: colza (ma a causa della siccità autunnale, nel 2019 è stato seminato girasole) Diserbo integrato: frumento invernale

Tabella 19 - Sistema colturale impostato nella prova a Vomay

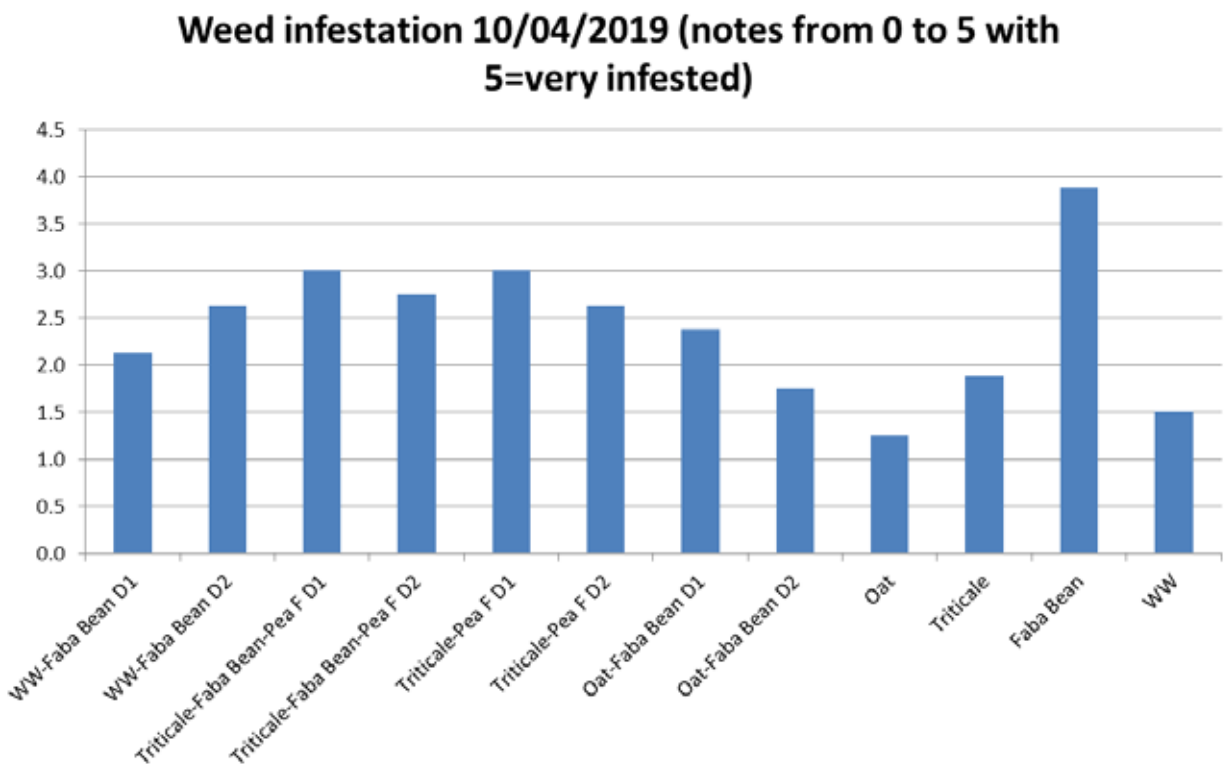


Figura 25 - Infestazione da malerbe (da 0 a 5, con 5 molto infestata) nella prova di Rians, il 10/04/2019

	Emergenza (piante/m²)	Infestazione al 14/12/18 (da 0 a 5)	Infestazione al 17/01/19	Infestazione al 19/03/19	Infestazione al 12/04/19
Frumento	290	2/5	3/5	3.5/5	3.5/5
Girasole		2/5	1/5	0/5	0.5/5

Tabella 20 - Infestazione di malerbe nella prova a Vomay

FRANCIA WP4

Mèry les Bois
Subdray
Arçay
St Priest la Feuille
Dijon
Agen
Seignalens
En crambade

Diverse tematiche attinenti al WP4 (colture annuali seminate a file larghe) sono state affrontate nel corso della campagna 2018-2019 nell'ambito del progetto IWMPRAISE:

Tematica	Partner	Siti
Confronto tra diserbo meccanico e diserbo con tecniche miste su mais	Arvalis	St Priest la Feuille (23) Méry les Bois (18)
Preparazione del terreno prima della semina senza glifosate su girasole	Terres Inovia	Agen (47) Subdray (36) Arçay (18) [2 trials] Seignalens (11)
Preparazione del terreno prima della semina senza glifosate su soia	Terres Inovia	Agen (47) Dijon (21)

Tabella 1 - Prove WP4 gestite dal Cluster Nazionale Francese (tra parentesi il numero del Dipartimento geografico)

Stategia Interventi			
1. Solo diserbo meccanico		Sarchiatura	Sarchiatura
Diserbo a tecniche miste con uso di erbicidi localizzati sulla fila	Adengo XTRA 0,44l/ha + Isard 1,2 l/ha (only on the row)	Sarchiatura	Sarchiatura
3. Solo diserbo chimico	Adengo XTRA 0,44l/ha		Elumis 0,05 L/ha + Peak 0,006 L/ha
4. Tecniche miste con uso di erbicidi	Adengo XTRA 0,44l/ha	Sarchiatura	Elumis 0,05 L/ha + Peak 0,006 L/ha

Tabella 2 - Protocollo sperimentale delle tre prove a Méry-les-Bois e St Priest la Feuille
Infestanti: a Méry-les-Bois: graminacee ; a Saint Priest la Feuille: specie a foglia larga

CONFRONTO TRA DISERBO MECCANICO E DISERBO CON TECNICHE MISTE SU MAIS

Durante la stagione 2018-2019, è stato possibile consolidare i risultati ottenuti in tre prove su mais sull'uso di metodi di lotta alternativi che mirano a confrontare strategie diverse con limitazioni all'uso degli erbicidi. Va comunque notato il fatto che su tre prove una ha dovuto essere abbandonata a causa di un errore commesso dall'agricoltore per cui una tesi non ha potuto essere monitorata.
I risultati aggiornati in intrafila e in interfila sono presentati nel grafico seguente.
In risultati dell'interfila relativi alla strategia con solo diserbo meccanico sono stati mediamente simili a quelli delle strategie basate sul diserbo chimico. Tuttavia la sua efficacia sulla fila è stata nulla e inaccettabile per gli agricoltori. Le strategie più interessanti, sia in termini di efficacia che di riduzione degli erbicidi, sono state quelle che hanno utilizzato il trattamento localizzato (Strategie 2 e 4). Queste hanno raggiunto il livello del testimone di riferimento della Strategia 3 per il controllo delle infestanti nella fila ma sono rimaste al di sotto per quanto riguarda l'efficacia in interfila, comunque a un livello accettabile, pari a 7. Da notare che le medie di questi dati sono riferite a un'ampia gamma di specie infestanti (dalle graminacee a Méry les Bois alle specie a foglia larga a Saint Priest la Feuille) e, a rigore, questi risultati dovrebbero essere analizzati separatamente. Sono stati raggruppati perché sono finalizzati al medesimo obiettivo.
I protocolli sperimentali per il 2020 non sono ancora stati definiti, ma saranno probabilmente rinnovati in forma simile a questi (con trattamento localizzato e sarchiatura) e prevedono anche la rilevazione della resa produttiva per l'analisi tecnico-economica.

PREPARAZIONE DEL TERRENO PRIMA DELLA SEMINA SENZA GLIFOSATE SU GIRASOLE

Durante la stagione 2018-2019 sono state realizzate sette prove sperimentali, cinque delle quali su girasole. Dato che l'obiettivo era la semina su suolo

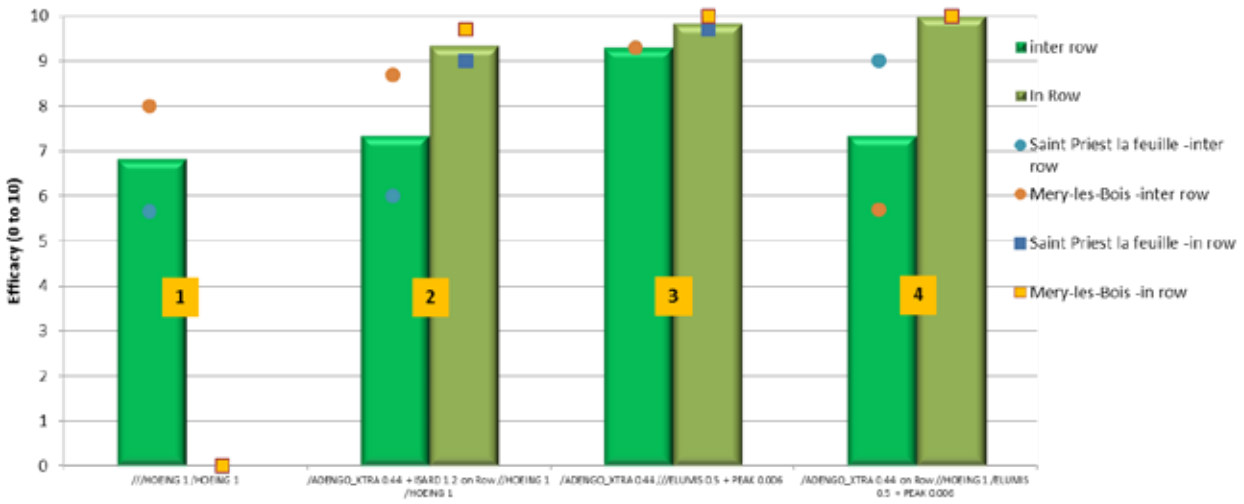


Figura 1 - Efficacia delle strategie di diserbo meccanico e misto su mais in due siti sperimentali nella fila (verde oliva) e in interfila (verde smeraldo).
Adengo XTra= isoxaflutol + thiencarbazone-me
Isard = dmta-p
Elumis = mesotrione + nicosulfuron
Peak = prosulfuron

pulito, è stato importante studiare la profondità e le tecniche di lavorazione del terreno prima della semina del girasole al fine di assicurare che:
1) Le infestanti presenti prima della semina della coltura fossero eliminate;
2) L'attecchimento della coltura non potesse essere peggiorato;
3) La lavorazione del terreno non causasse l'eccessiva emergenza di nuove infestanti nella coltura.
Queste considerazioni sono importanti e il tipo di lavorazione ottimale (l'attrezzatura da usare, la profondità e le condizioni ambientali) necessitano di essere definite sia per eliminare le malerbe sia per consentire l'attecchimento della coltura.
Il principio guida è stato quello di usare la lavorazione del terreno allo scopo di eliminare il trattamento con glifosate in pre-semina, in base alle strategie sotto descritte.

PROVA DI AGEN

La principale infestante per questa prova era il *Lolium*. La semina del girasole è stare effettuata il 1 aprile 2019 su suolo fresco con una seminatrice a fila singola mantenendo uno spazio di 66 cm tra le file. La densità di semina era di 73.500 semi/ha della varietà Carrera CLP. Il giorno dopo la semina è stato eseguito un trattamento di pre-emergenza con Mercantor gold (s-metolachlor) alla dose di 1,05 L/ha + Proman (metobromuron) a 2 L/ha su tutta la superficie della prova. Infine, il 16 maggio 2019 è stato eseguito un trattamento con PULSAR 40 (imazamox) alla dose di 1,25 L/ha allo stadio fenologico B6 del girasole.
Su girasole la Strategia 3 ha registrato di gran lunga la minore densità di infestanti. Dopo i due trattamenti con Roundup Innov (glifosate e sale di potassio), effettuati il 12 marzo e il 9 aprile, e il trattamento di pre-emergenza, nessuna pianta di avena selvatica e solamente 0,67 piante/ m² di *Lolium* sono rimaste sul terreno, anche se il trattamento del 12 marzo si è rivelato inefficace a causa della dose troppo bassa.
La Strategia 1 + trattamento di pre-emergenza è stata mediamente efficace su *Lolium* (32,67 piante/m²), mentre è risultata elevata l'efficacia su avena selvatica (1,33 piante/m²).
La Stategia 2 + trattamento di pre-emergenza ha registrato la densità di *Lolium* più elevata (38,67 piante/m²), con presenza di infestanti sia in fase di plantula che di pianta adulta.
La Strategia 2 è risultata quella più infestata, seguita dalla Strategia 1. Nonostante la Strategia 3 sia stata la meno infestata, il primo trattamento con glifosate alla dose di 1,5 L/ha non è stato sufficientemente efficace nel controllo delle infestanti. È stato quindi necessario ricorrere a un secondo trattamento di pre-emergenza con Roundup Innov a 2 L/ha (glifosate con sale di potassio). Questa strategia ha quindi utilizzato complessivamente 3,5 L/ha di Roundup Innov.
Nonostante si supponesse che le condizioni sufficientemente asciutte durante le lavorazioni avrebbero consentito un buon controllo delle infestanti, alcune erano comunque presenti nelle parcelle di questa strategia dallo stadio di plantula

Codice	Strategie	Note
1*	Diserbo con lavorazione del terreno	Attrezzatura disponibile presso il sito
2*	Diserbo con un altro tipo di lavorazione	Attrezzatura disponibile presso il sito
3	Trattamento dell'agricoltore con glifosate	Per comprendere gli effetti della lavorazione sull'emergenza delle infestanti e sulla qualità del letto di semina

Tabella 3 - strategie a confronto nelle prove su girasole
** Per le Strategie 1 e 2, sono state utilizzate due attrezzature scelte tra questi quattro tipi:*
- erpice rotante
- vibrocoltivatore
- erpice a dentatura dritta
- coltivatore a denti polivalente o vibrocoltivatore equipaggiato con un rullo

Le cinque prove sono descritte nella tabella seguente.

Sito	Flora	Tipo di suolo	Sunflower sowing date
Agen (47)	*Lolium* (+ avena selvatica)	Argilla e calcare	1 aprile 2019
Subdray (36)	*Mercurialis annua + Polygonum convolvulus*	Argilla superficiale e calcare	21 aprile 2019
Arçay (18)	*Ambrosia artemisiifolia* e altre specie	Sabbioso-limoso	19 aprile 2019
Arçay (18)	*Ambrosia artemisiifolia*	-	19 aprile 2019
Seignalens (11)	*Ambrosia artemisiifolia*	Argilla e calcare	23 maggio 2019

Tabella 4 - Descrizione delle prove su girasole

Codice	Strategie	Interventi e date
1	Diserbo con lavorazione del terreno	Erpice rotante + rullo packer: 12 marzo Erpice rotante + rullo packer: 1 aprile
2	Diserbo con un altro tipo di lavorazione	Vibrocoltivatore + rullo: 12 marzo Erpice rotante + rullo packer: 1 aprile
3	Trattamento con glifosate	Roundup Innov 1,5 L/ha: 12 marzo Roundup Innov 1,5 L/ha: 9 aprile

Tabella 5 - Schema della prova di Agen

Figure 2 e 3 - Diserbo meccanico eseguito il 12 marzo 2019 con erpice rotante (a sinistra) e il risultato ottenuto (a destra) a confronto con la parcella di controllo

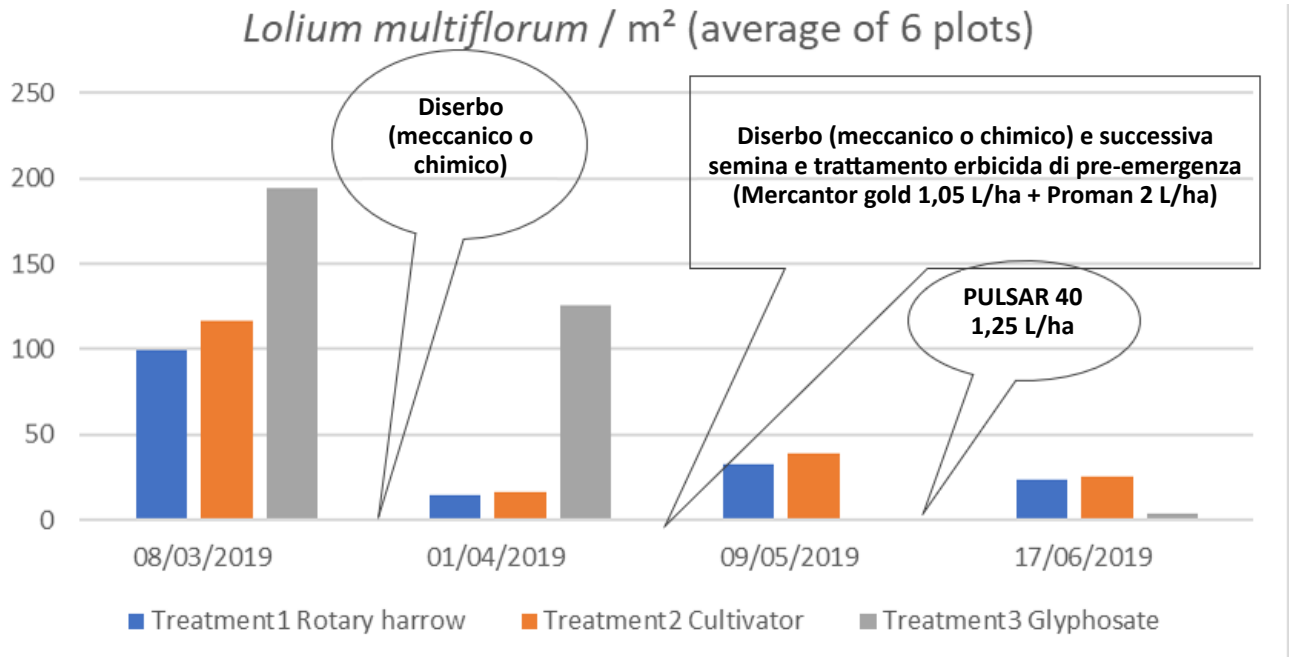


Figura 4 - Efficacia delle strategie di lotta al *Lolium* con diserbo meccanico e glifosate. Piante di *Lolium*/m² per le tre tesi a confronto: Strategia 1: erpice rotante (blu), Strategia 2: vibrocoltivatore (arancione) e Strategia 3: glifosate (grigio)

Figure 5, 6 e 7 - Girasole nelle Strategie 1 (a sinistra), 2 (al centro) e 3 (a destra)

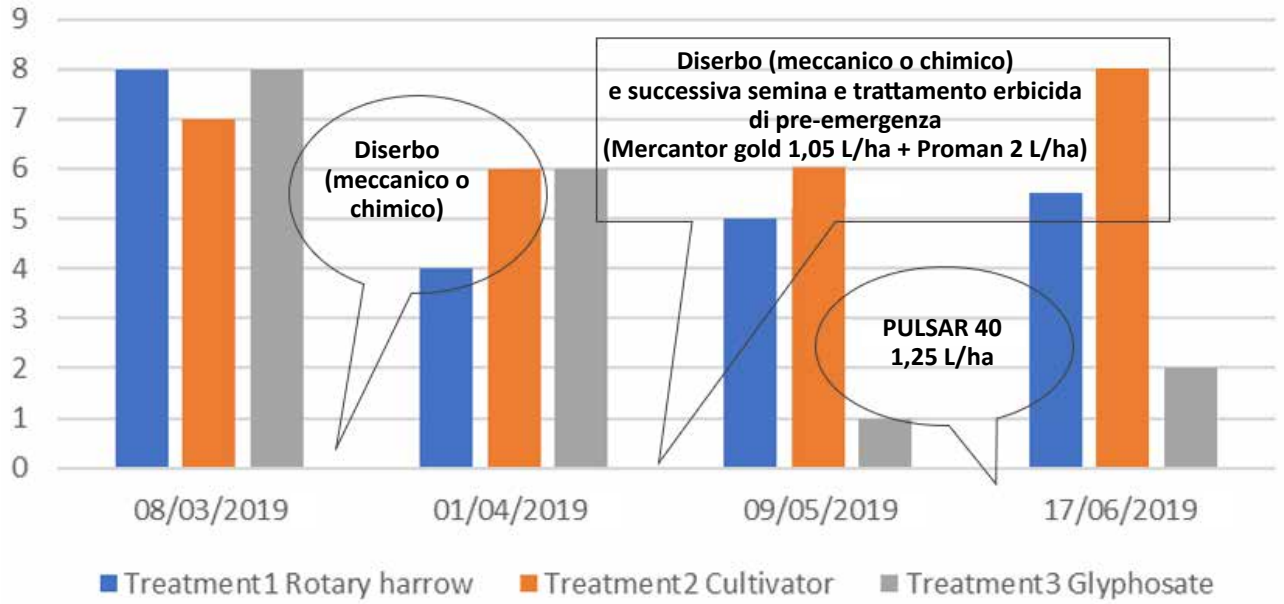


Figura 8 - Valutazione visiva dell'infestazione su girasole nella prova di Agen (0 = molto pulito, 9 = molto infestato) per le tre strategie a confronto. Strategia 1: erpice rotante (blu), Strategia 2: vibrocoltivatore (arancione) e Strategia 3: glifosate (grigio)

	Profondità della lavorazione	Umidità del suolo	Struttura del suolo	Contatto seme-suolo
Strategia 1 (erpice rotante)	5 cm	Fresco	Zolle da 5 a 8 cm	Medio
Strategia 2 (vibrocoltivatore)	Tra 4 e 6 cm	Fresco	Zolle da 5 a 7 cm	Medio
Strategia 3 (glifosate)	4 cm	Fresco	Suolo compatto	Molto buono

Tabella 6 - Specifiche tecniche della prova

allo stadio di fioritura. Questo significa che la lavorazione non ha completamente eliminato le malerbe, portando all'emergenza di nuove infestanti. Tuttavia in Strategia 3 sono state osservate solo piante giovani (glyphosate - potassium salt).
La valutazione visiva ha confermato la tendenza dei dati raccolti. La strategia con vibrocoltivatore è stata la più infestata nel primo passaggio (1 aprile). Dopo il secondo trattamento, il glifosate ha dimostrato di essere il metodo più efficace (osservazioni del 9 maggio e 17 giugno). La valutazione visiva ha preso in considerazione tutti i tipi di infestanti, quindi anche le nuove emergenze nel girasole (soprattutto specie a foglia larga) e non solo il *Lolium*.
Qualità di attecchimento del girasole (emergenza della coltura + forma del fittone):
l'emergenza è apparsa in buone condizioni e omogenea. L'eterogeneità della popolazione, a svantaggio del glifosate, è stata minima e trascurabile. Allo stadio E2 del girasole sono stati esaminati i fittoni su due parcelle di 25 piante per parcella al fine di valutare la qualità dell'attecchimento della coltura.
La percentuale dei fittoni dritti è stata maggiore nelle strategie con erpice rotante e vibrocoltivatore (88%) rispetto alla strategia con glifosate (68%).
Questa situazione può essere spiegata con il fatto che nelle parcelle trattate con glifosate il terreno era bagnato quando è stata eseguita l'ultima lavorazione in novembre con erpice rotante e nessun'altra lavorazione è stata eseguita dopo quella data, creando così una suola di lavorazione.
Le strategie basate sulle lavorazioni hanno ottenuto una percentuale maggiore di fittoni dritti perché si è potuto rompere la suola di lavorazione, consentendo

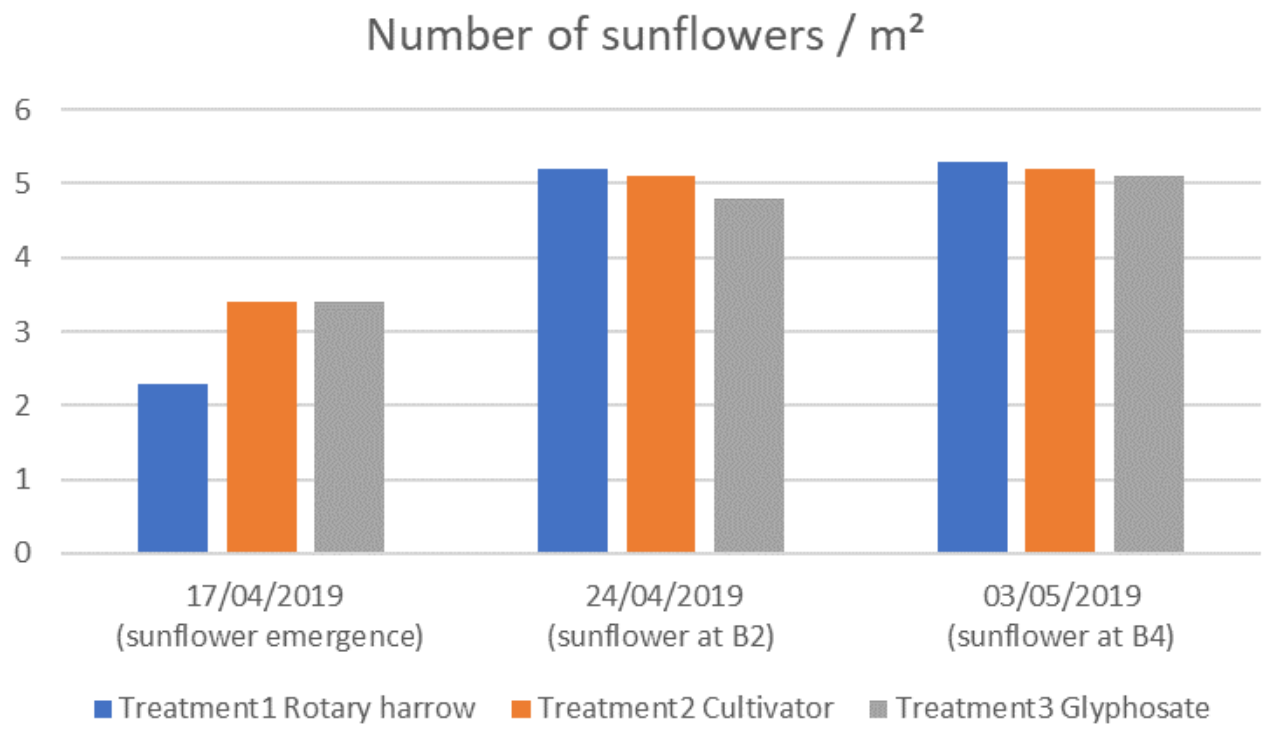


Figura 9 - Effetto delle diverse strategie sulla densità del girasole. Strategia 1:erpice rotante (blu), Strategia 2: vibrocoltivatore (arancione) e Strategia 3: glifosate (grigio)

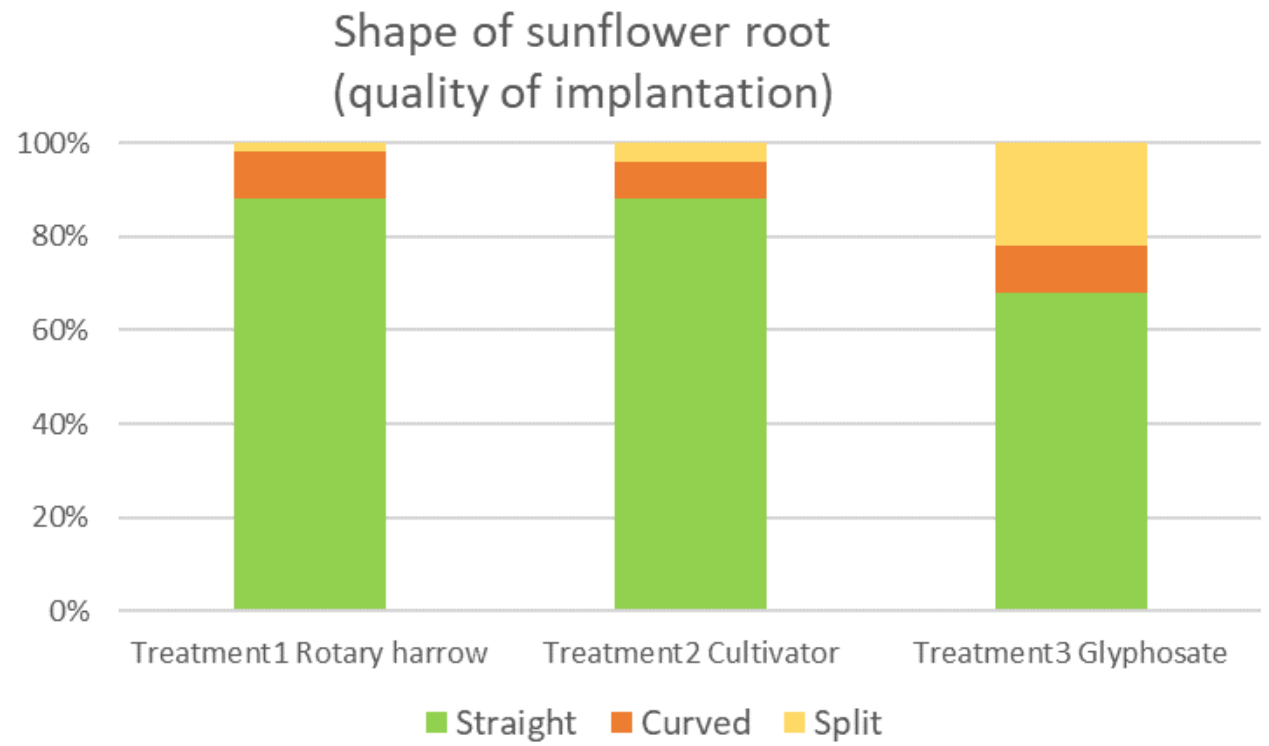


Figura 10 - Effetto delle tre strategie sull'attecchimento del girasole in base alla forma radicale delle piante: fittone dritto (in verde), curvato (in arancione) e diviso (in giallo)

ai fittoni di svilupparsi correttamente e un po' più in profondità.

PROVA DI SUBDRAY

Le principali infestanti di questa prova sono state la *Mercurialis annua* (Mercorella comune) e la *Fallopia convolvulus* (Fallopia convolvolo).
La strategia con erpice rotante è risultata la più infestata (soprattutto da *Mercurialis annua*), mentre la strategia con il vibrocoltivatore è stata la più "pulita", ma la densità di *Mercurialis annua* era comunque pari a 50 piante/m². Le condizioni meteorologiche nei primi 10 giorni di aprile non sono state favorevoli all'emergenza delle malerbe, dato che le temperature erano piuttosto basse e la piovosità relativamente bassa. Il girasole è stato quindi seminato il 21 aprile, quando le condizioni sono migliorate.
I risultati si spiegano con il fatto che il glifosate è stato applicato troppo presto su terreno secco, con bassa piovosità e prima dell'emergenza della flora infestante. Le malerbe osservate di *Mercurialis annua* e *Fallopia convolvulus* erano solamente nuove emergenze.

Valutazione visiva:
al 26 giugno le strategie con erpice rotante e glifosate sono state valutate 7/9 (essendo 9 la situazione più infestata possibile), mentre la strategia con vibrocoltivatore ha totalizzato 5/9 (essendo 0 la parcella completamente pulita).
La qualità dell'attecchimento del girasole (investimento della coltura + forma dei fittoni) è risultata come da tabella seguente:

	Girasoli/m²
Strategia 1 (erpice rotante)	5
Strategia 2 (vibrocoltivatore)	6
Strategia 3 (glifosate)	8

Tabella 8 - Piante/m² di girasole nella prova di Subdray

Codice	Strategie	Interventi e date
1	Diserbo con lavorazione del terreno	Erpice rotante + rullo packer: 5 aprile
2	Diserbo con un altro tipo di lavorazione	Vibrocoltivatore + rullo: 5 aprile
3	Trattamento con glifosate	Glifosate 2,5 L/ha: 8 aprile

Tabella 7 - Schema sperimentale della prova di Subdray

Figure 11 e 12 - Attrezzi utilizzati per la prova di Subdray: erpice rotante (a sinistra) e vibrocoltivatore (a destra)
La semina è stata effettuata il 21 aprile 2019 in condizioni ottimali, con una seminatrice a fila singola mantenendo 60 cm di spazio tra le file. La densità di semina è stata di circa 71.000 semi/ha della varietà Buffalo. Il diserbo di pre-emergenza è stato effettuato il 24 aprile 2019 su tutta la superficie della prova con Soleto (metobromuron) alla dose di 2,5 L/ha.

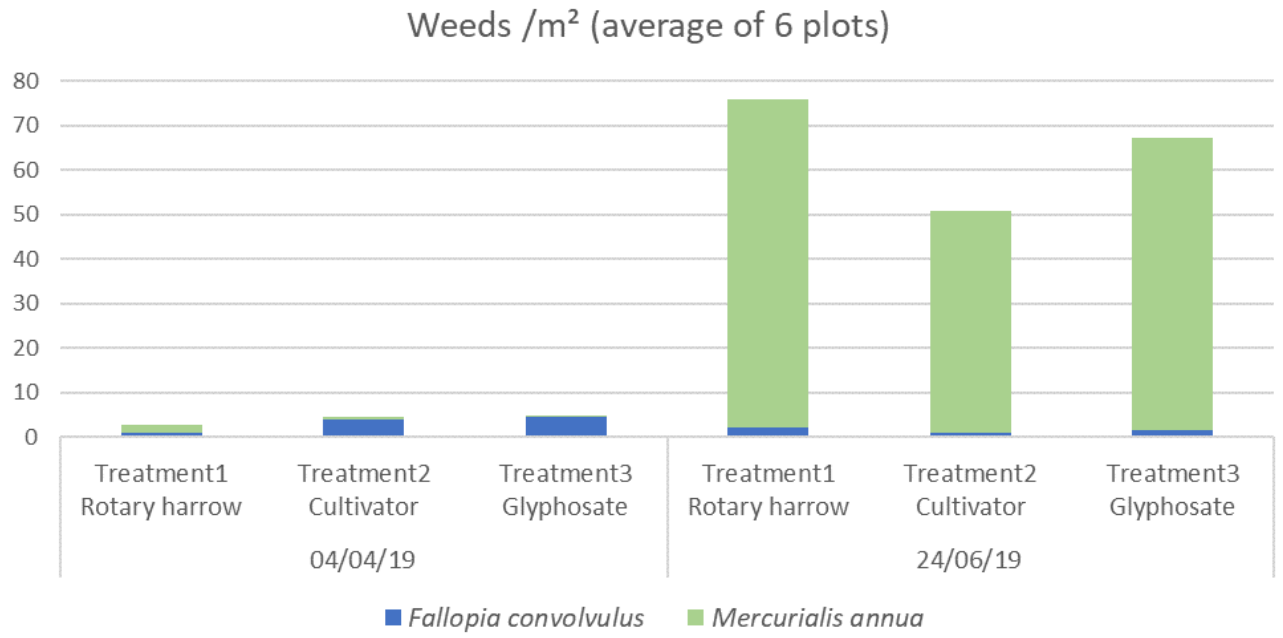


Figura 13 - Effetti delle tre strategie di diserbo su due tipi di infestanti (*Mercurialis annua* e *Fallopia convolvulus*) in due date diverse. In ordinata il numero medio di piante/m² su 6 parcelle

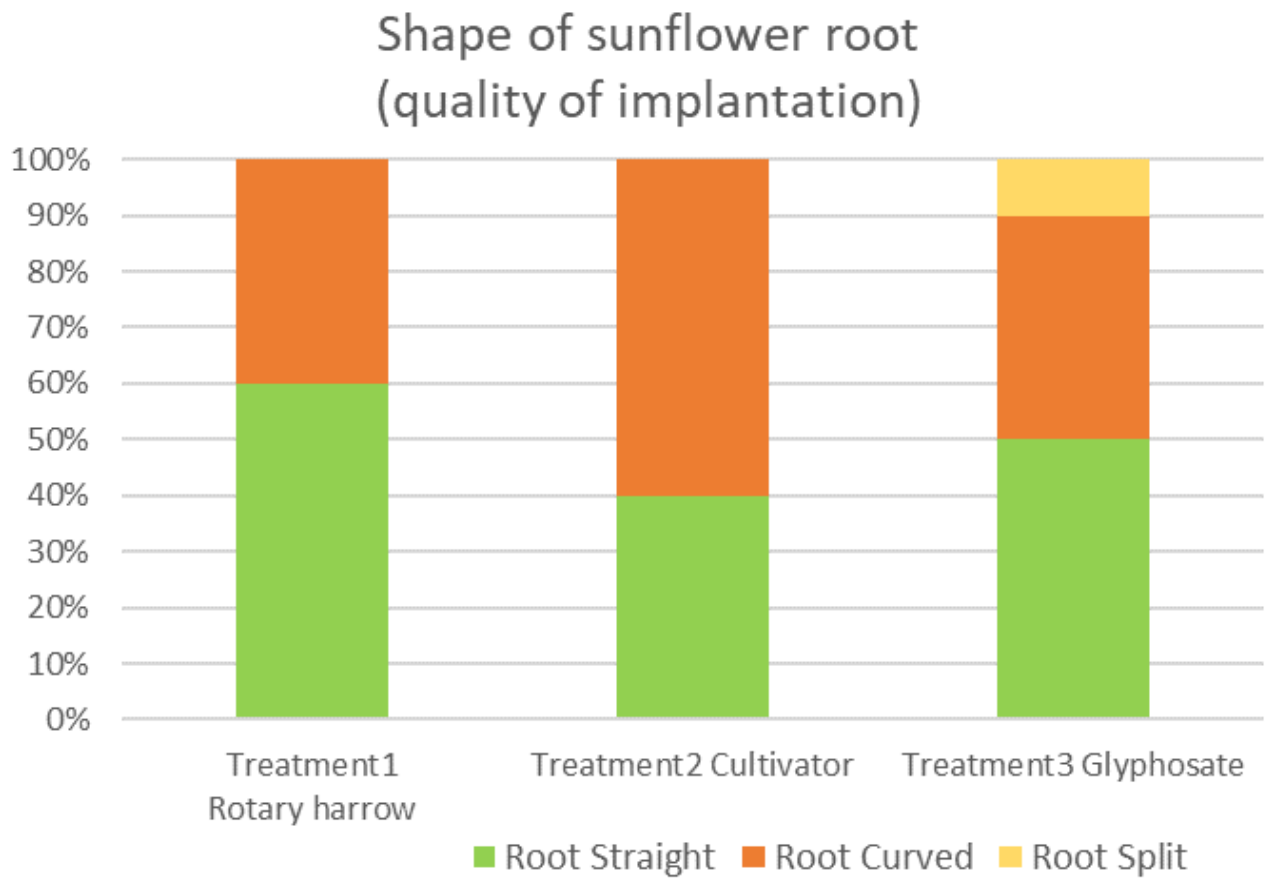


Figura 14 - Effetto delle tre strategie sull'attecchimento del girasole in base alla forma radicale delle piante: fittone dritto (verde), curvato (arancione) e diviso (giallo)

Codice	Strategie	Interventi e date
1	Diserbo con lavorazione del terreno	Erpice rotante + rullo: 15 aprile
2	Diserbo con un altro tipo di lavorazione	Vibrocoltivatore + barra livellatrice: 15 aprile
3	Trattamento con glifosate	Glifosate 2,5 L/ha: 18 aprile

Tabella 9 - Schema sperimentale della prova di Arçay 1

Figure 15 e 16 - Vibrocoltivatore (a sinistra) e struttura del suolo dopo il passaggio (a destra)

Sebbene la strategia con erpice rotante sia risultata la più infestata, è stata quella con i fittoni più dritti. La strategia con vibrocoltivatore ha invece registrato i fittoni più curvi. In tutte e tre le strategie la qualità dell'attecchimento del girasole è apparsa scadente.

PROVA DI ARÇAY 1

Le principali infestanti in questa prova erano l'*Ambrosia artemisiifolia* e diverse specie a foglia larga (*Solanum nigrum, Erodium cicutarium e Viola arvensis*).
La semina è stata eseguita il 19 aprile 2019 in condizioni ottimali utilizzando una seminatrice a fila singola con uno spazio di 60 cm tra le file. La dose di semina è stata approssimativamente pari a 75.000 semi/ha della varietà ES Balistic CL. Il trattamento in pre-emergenza del girasole è stato eseguito il 20 aprile 2020 con Pentium flo (pendimethalin) alla dose di 1,5 L/ha. L'agricoltore ha successivamente trattato con Pulsar (imazamox) in due passaggi alla dose di 0,625 L/ha (suddivisa) il 24 e 29 maggio 2019.Durante il primo conteggio prima del diserbo, eseguito per consentire la semina su terreno pulito, sono state trovate soprattutto piante di ambrosia e di viola da campo, ma anche altre infestanti erano presenti in piccola quantità. Il rifacimento del letto di semina, pertanto, ha avuto la funzione di una falsa semina.
Il secondo conteggio avvenuto il 23 maggio 2019, circa un mese dopo la semina, ha evidenziato ambrosia e belladonna ben emerse in entrambi i sistemi di lavorazione, mentre erano assai poche nelle parcelle trattate con glifosate. Pertanto il secondo passaggio dopo l'aratura ha favorito l'emergenza delle infestanti.
Il conteggio delle infestanti ha evidenziato che la lavorazione con erpice rotante ha subìto l'infestazione più elevata in questa prova. L'erpice rotante ha perfettamente livellato il terreno per la semina, rimuovendo tutte le infestanti presenti. Tuttavia, il rullo combinato all'erpice ha compattato il suolo consentendo il "trasferimento" delle infestanti sullo strato superficiale e favorendone la germinazione.
Il vibrocoltivatore ha causato un impatto minore, poiché niente è stato ricompattato dopo il suo passaggio. Il trattamento con glifosate è risultato ancora relativamente pulito al momento della rilevazione.

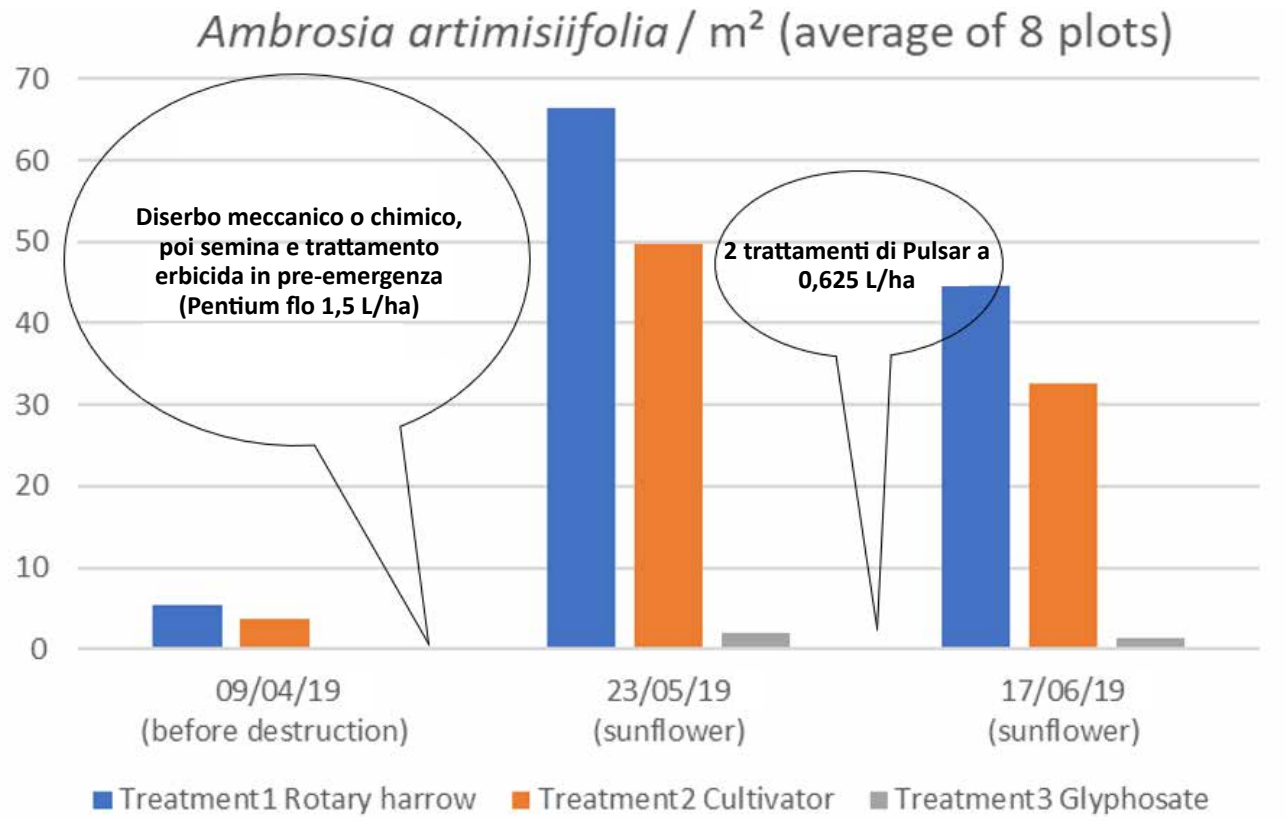


Figura 17 - Effetto delle strategie di diserbo sulla presenza di Ambrosia in tre date diverse. Strategia 1:erpice rotante (blu), Strategia 2: vibrocoltivatore (arancione) e Strategia 3: glifosate (grigio)

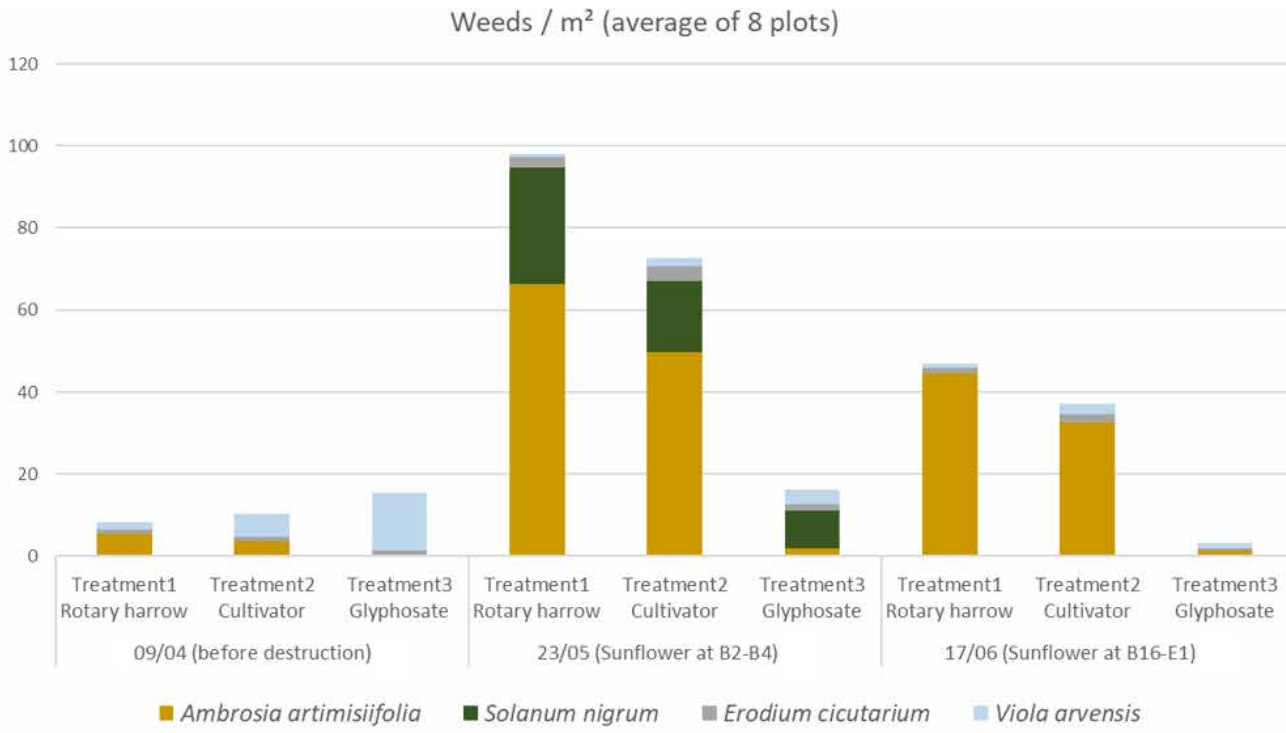


Figura 18 - Effetto delle tre strategie di diserbo su quattro specie di infestanti in tre date diverse

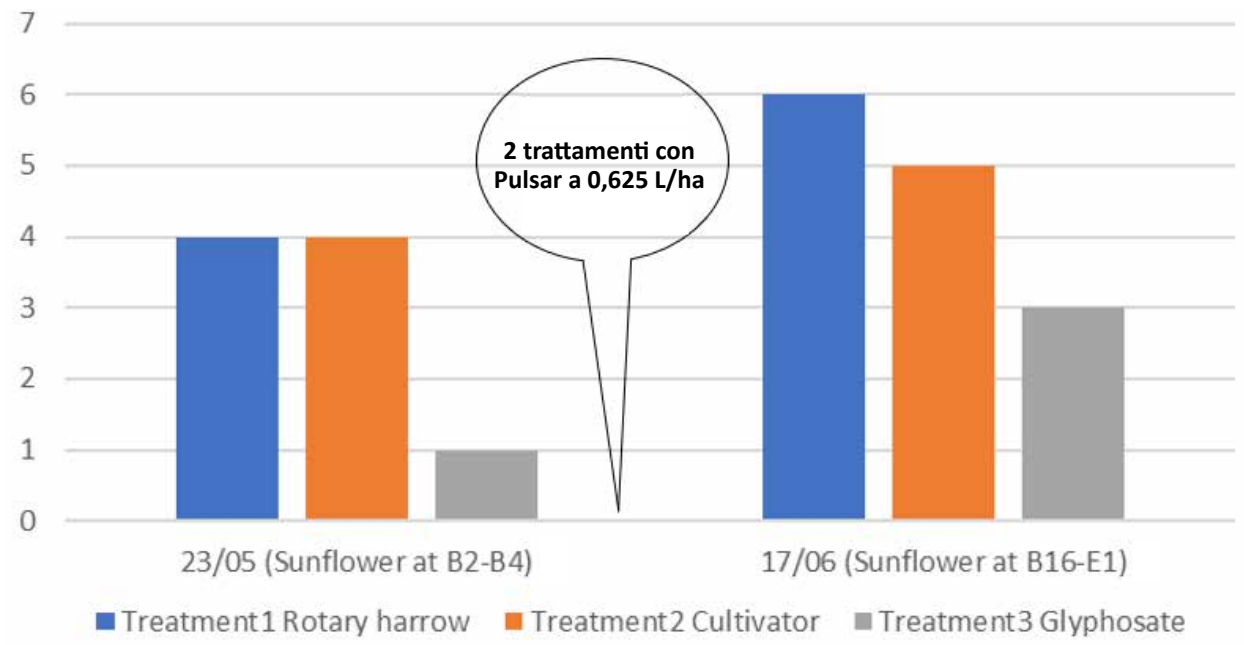


Figura 19 - Valutazione visiva del girasole nella prova di Arçay 1 per le tre strategie di diserbo (1 = molto pulita, 9 = molto infestata). Strategia 1: erpice rotante (blu), Strategia 2: vibrocoltivatore (arancione) e Strategia 3: glifosate (grigio)

Figure 20 e 21 - Effetto della lavorazione con erpice rotante (a sinistra) e del trattamento con glifosate (a destra)

I due trattamenti con Pulsar sono stati eseguiti il 24 e 29 maggio 2019 (metà dose per trattamento) e l'ultimo rilevamento è stato effettuato il 17 giugno 2019, quando il girasole era allo stadio di bottone fiorale. Le parcelle lavorate sono risultate più infestate di quelle trattate con glifosate. Nonostante la diminuzione del numero di infestanti (la belladonna è sparita), le parcelle lavorate con erpice rotante sono rimaste la più infestate, soprattutto da ambrosia. Fino a questa data e nelle

Qualità di attecchimento del girasole

	Girasoli/m²
Strategia 1 (erpice rotante)	8
Strategia 2 (vibrocoltivatore)	7
Strategia 3 (glifosate)	8

Tabella 10 - Piante di girasole per m² nella prova di Arçay 1

Codice	Strategie	Interventi e date
1	Diserbo con lavorazione del terreno	Erpice rotante + roller: 15 aprile
2	Diserbo con un altro tipo di lavorazione	Vibrocoltivatore + barra livellatrice: 15 aprile
3	Trattamento con glifosate	Glifosate 2,5 L/ha: 18 aprile

Tabella 11 - Schema sperimentale della prova di Arçay 2

Figure 22 e 23 - Lavorazione con erpice rotante (a sinistra) eseguita a 10 cm di profondità. Tutte le infestanti sono state eliminate (a destra)

condizioni della prova, le parcelle più pulite sono risultate quelle trattate con glifosate.
I punteggi della valutazione visiva hanno confermato le tendenze in atto. Tuttavia la strategia con glifosate, pur essendosi rivelata la più efficace, non è apparsa completamente libera da infestanti.
Le piante di girasole sono apparse omogenee per tutta la durata della prova. Inoltre il 100% dei fittoni erano dritti in tutte e tre le strategie e il tipo di terreno era meno problematico rispetto alle prove precedenti (sabbioso-limoso e argilloso-calcareo).

PROVA DI ARÇAY 2

La principale infestante di questa prova era l'*Ambrosia artemisiifolia*. La prova è stata realizzata in un appezzamento dove l'ambrosia era presente per alcuni anni e rappresentava un problema per il girasole.
La semina è stata eseguita il 19 aprile 2019 in condizioni ottimali, utilizzando una seminatrice a fila singola con uno spazio di 60 cm tra le file. La dose di semina è stata approssimativamente pari a 75.000 semi/ha della varietà ES Balistic CL. Il trattamento in pre-emergenza del girasole è stato effettuato in 20 aprile 2020 su tutto l'appezzamento con Pentium flo (pendimethalin) alla dose di 1,5 L/ha. L'agricoltore ha successivamente trattato con Pulsar (imazamox) in due passaggi alla dose (suddivisa) di 0,625 L/ha il 24 e 29 maggio 2019.

Figura 24 - Un vibrocoltivatore è stato utilizzato alla profondità da 12 a 15 cm. La struttura del terreno è risultata molto più zollosa

Il conteggio effettuato il 9 aprile prima del diserbo meccanico o chimico ha evidenziato che l'aratura precoce, realizzata in marzo, ha creato un falso letto di semina che ha provocato l'emergenza di una grande quantità di ambrosia (da 200 a 380 piante/m²), con conseguente decumulo dello stock di semi. Nonostante l'elevata densità delle infestanti, le lavorazioni eseguite per le Strategie 1 e 2 in

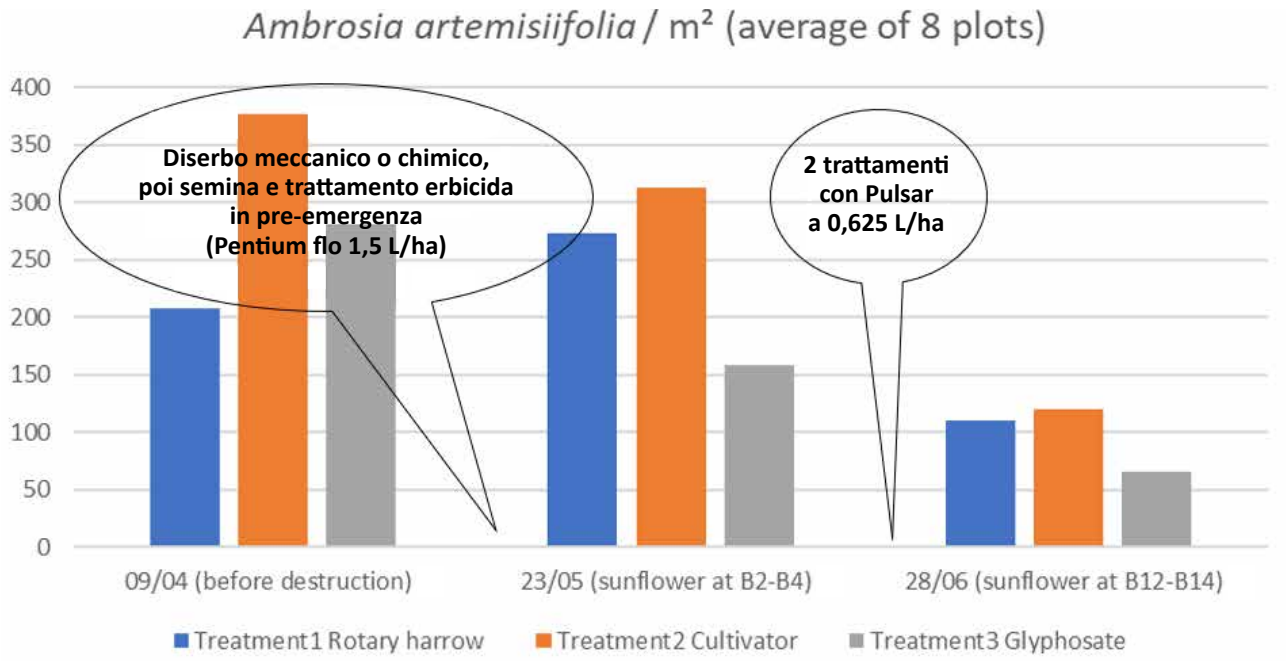


Figura 25 - Effetto delle strategie di diserbo sulla presenza di Ambrosia (piante/m²) in tre date diverse. Strategia 1: erpice rotante (blu), Strategia 2: vibrocoltivatore (arancione) e Strategia 3: glifosate (grigio)

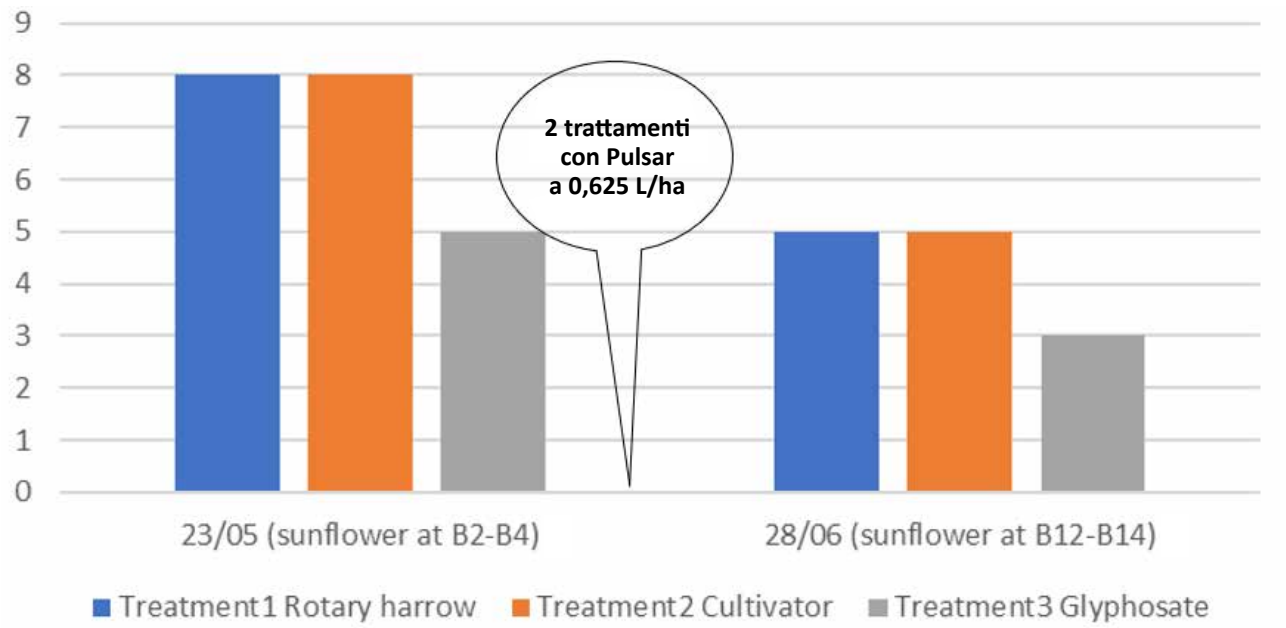


Figura 26 - Valutazione visiva del girasole nella prova di Arçay 2 per le tre strategie di diserbo (1 = molto pulita, 9 = molto infestata). Strategia 1: erpice rotante (blu), Strategia 2: vibrocoltivatore (arancione) e Strategia 3: glifosate (grigio)

condizioni ottimali hanno eliminato la presenza di ambrosia.
Il conteggio del 23 maggio ha evidenziato che la lavorazione con erpice rotante ha registrato un incremento nel numero di piante di ambrosia tra il primo conteggio (eseguito prima della lavorazione) e il secondo (un mese dopo). Si può pertanto supporre che il rullo dell'erpice rotante abbia riconsolidato il terreno e consentito all'ambrosia di riposizionarsi. Sebbene nella strategia con vibrocoltivatore il conteggio delle piante di ambrosia eseguito il 23 maggio è risultato inferiore rispetto al conteggio del 9 aprile, si può ritenere che anche questa lavorazione abbia consentito l'emergenza dell'ambrosia (ancor

più della strategia con erpice rotante), poiché la lavorazione del 15 aprile aveva eliminato la maggior parte dell'ambrosia presente. Il trattamento con glifosate ha consentito la minore emergenza di ambrosia, dato che il terreno non era stato disturbato. Ciononostante, in questa strategia erano comunque presenti 150 piante di ambrosia al m².
In effetti, le leggere ma costanti piogge cadute in aprile e maggio e le temperature mantenutesi sopra la media stagionale, hanno causato una significativa emergenza di ambrosia su tutto l'appezzamento.
Le osservazioni hanno confermato i risultati dei campionamenti. Tuttavia, la strategia con glifosate, pur essendosi rivelata la più efficace, non è apparsa completamente libera da infestanti. In effetti, in una situazione di pesante infestazione di ambrosia il glifosate combinato al Pulsar può ridurre di molto la popolazione di ambrosia, ma non è in grado di eradicarla. D'altra parte le lavorazioni (con erpice rotante o con vibrocoltivatore) non sono state sufficienti ad assicurare la totale eliminazione di ambrosia, anche se combinate con Pulsar.
La qualità dell'attecchimento è apparsa scadente

Qualità di attecchimento del girasole

	Girasoli/m²
Strategia 1 (erpice rotante)	5
Strategia 2 (vibrocoltivatore)	4
Strategia 3 (glifosate)	4

Tabella 12 - Piante di girasole per m² nella prova di Arçay 2

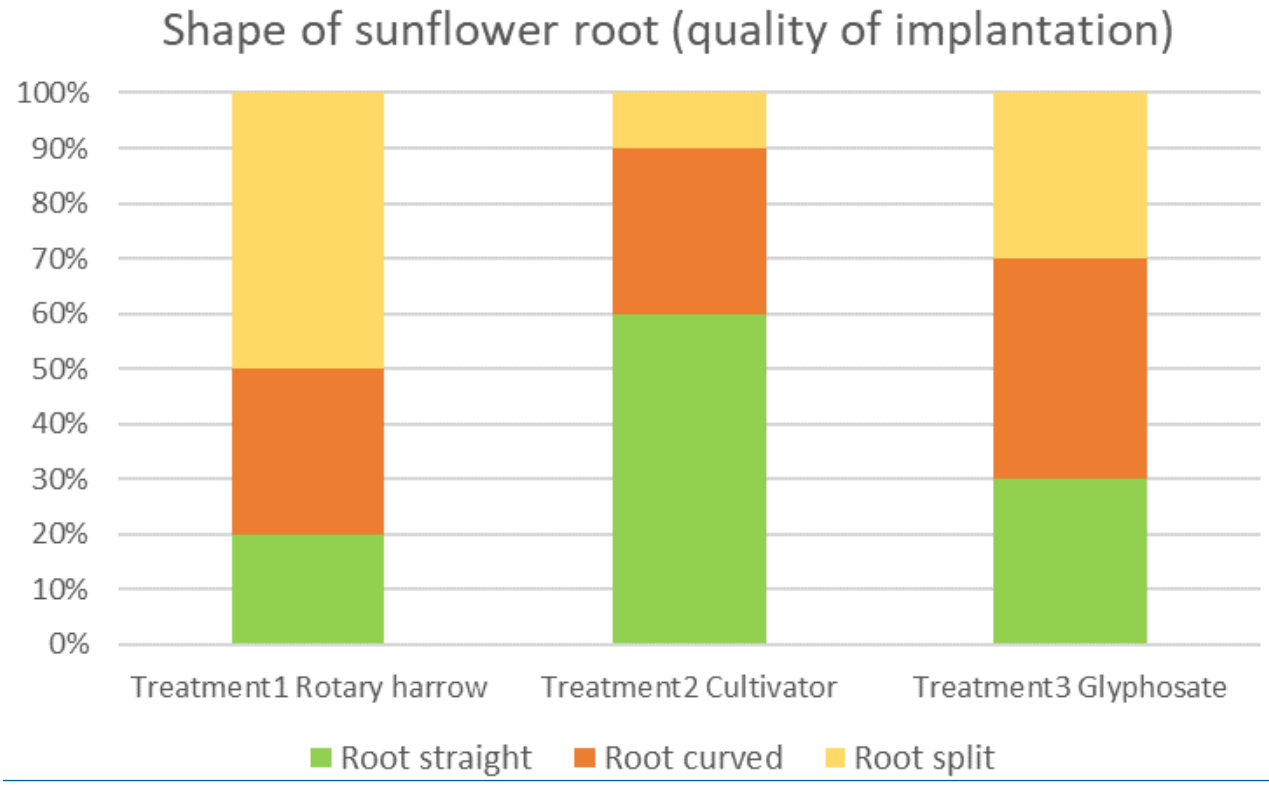


Figura 27 - Effetto delle tre strategie sull'attecchimento del girasole: percentuale di piante con fittone diritto (verde), fittone curvo (arancione) e fittone diviso (giallo)

Codice	Strategie	Interventi e date
1	Diserbo con lavorazione del terreno	Erpice rotante a 10 cm di profondità: 23 maggio
2	Diserbo con un altro tipo di lavorazione	Vibrocoltivatore a 15 cm di profondità: 23 maggio
3	Trattamento con glifosate	Glifosate 3 L/ha: 23 maggio

Tabella 13 - Schema sperimentale della prova di Seignalens

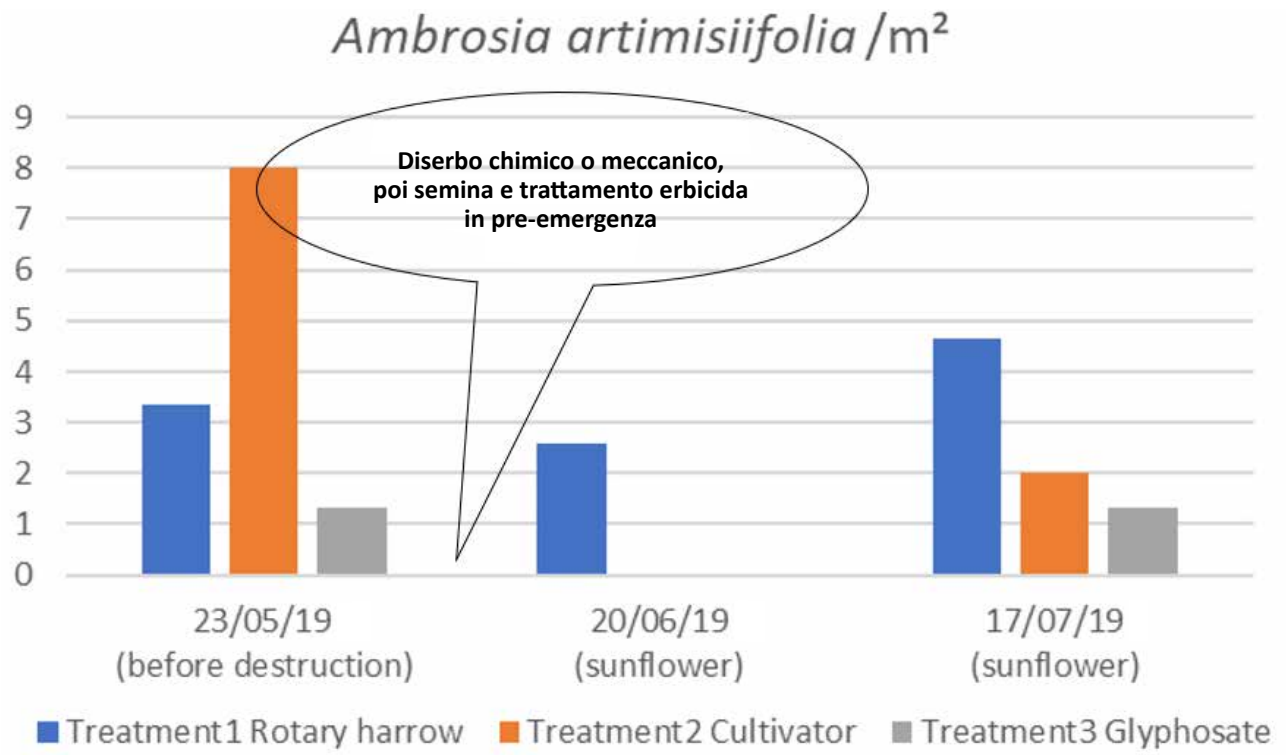


Figura 28 - Effetto delle strategie di diserbo sulla presenza di Ambrosia (piante/m²). Strategia 1: erpice rotante (blu), Strategia 2: vibrocoltivatore (arancione) e Strategia 3: glifosate (grigio)

per tutte e tre le strategie a confronto. La strategia con vibrocoltivatore, che è risultata quella con l'attecchimento migliore, aveva solamente il 60% di fittoni dritti. La strategia senza lavorazione (con glifosate) non ha ottenuto un attecchimento soddisfacente, ma non peggiore, anzi un po' migliore, rispetto alla strategia con erpice rotante che ha evidenziato l'attecchimento peggiore (solo il 20% di fittoni dritti).

PROVA DI SEIGNALENS

L'infestante più importante era l'*Ambrosia artemisiifolia*.
La semina è stata eseguita il 23 maggio in buone condizioni ambientali, subito dopo le lavorazioni con erpice rotante e vibrocoltivatore. Successivamente l'agricoltore è intervenuto con il trattamento chimico di pre-emergenza utilizzando Mercantor (s-metolachlor) e Racer (flurochloridon).
Prima della semina del girasole erano presenti ampie macchie di cespi di cardi, mentre la regolarità della densità di ambrosia era tutt'altro che ottimale al momento della semina, poiché erano presenti molte poche piante.
Le piante di ambrosia hanno iniziato a emergere in numero significativo tra il 20 giugno e la metà di luglio, in seguito alle abbondanti piogge cadute in questo periodo. I risultati dimostrano che la Strategia 3 (glifosate) ha avuto una presenza di ambrosia molto minore rispetto alla Strategia 1 (erpice rotante) e minore rispetto alla Strategia 2 (vibrocoltivatore).
La strategia con erpice rotante è apparsa più infestata di ambrosia rispetto alle altre due. L'ipotesi che si può formulare è che la lavorazione con erpice rotante a 10 cm era meno profonda del vibrocoltivatore (15 cm) e potrebbe avere dissotterrato una minore quantità di semi provocando quindi un numero leggermente più elevato di emergenze, della strategia con vibrocoltivatore . D'altra parte, la strategia con erpice rotante potrebbe essere stata più infestata rispetto a quella con glifosate perché questa lavorazione può causare nuove emergenze di piante di ambrosia, oppure potrebbe esserci stato un gradiente nella

Qualità di attecchimento del girasole

	Girasoli/m²
Tesi 1 (erpice rotante)	5,6
Tesi 2 (vibrocoltivatore)	6,6
Tesi 3 (glifosate)	5,5

Tabella 14 - Piante di girasole per m² nella prova di Seignalens

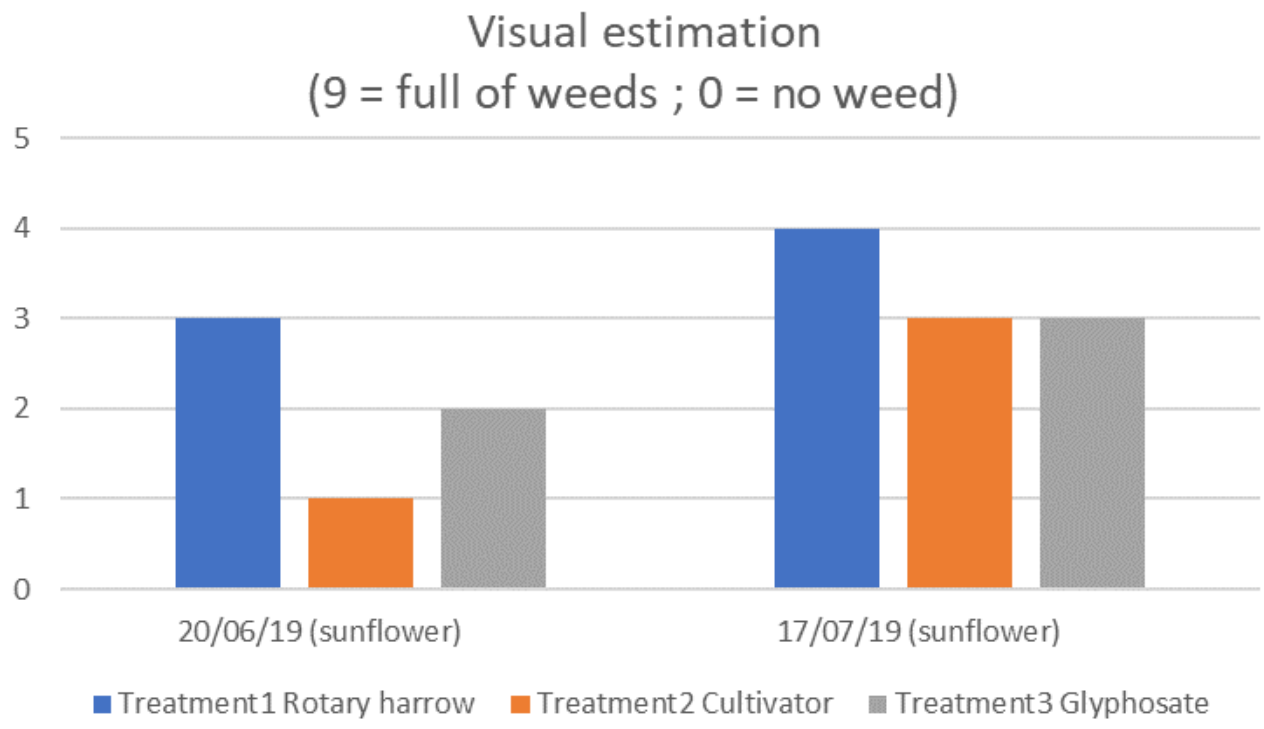


Figura 29 - Valutazione visiva del girasole nella prova di Seignalens per le tre strategie di diserbo (0 = molto pulita, 9 = molto infestata)

Prova	Flora infestante	Tipo di suolo	Data di semina
Agen (47)	*Lolium*	limoso-argilloso	06/05/2019
Dijon (21)	tutte le specie	limoso-argilloso	15/05/2019

Tabella 15 - Schema delle prove su soia

parcella o tutt'al più una certa eterogeneità nell'infestazione di ambrosia.
L'emergenza delle piante di girasole è risultata tra 5,5 e 6,6 piante/m^2. La popolazione era relativamente omogenea.
Per quanto riguarda la forma dei fittoni, nelle Strategie 1 e 2 (con lavorazioni) è stata osservata una maggiore quantità di radici curve o divise rispetto alla Strategia 3. In particolare la Strategia 1 è stata quella con più anomalie radicali. In ogni caso, la qualità dell'attecchimento non è stata eccellente per nessuna strategia. La strategia con glifosate ha fornito il risultato migliore, presentando il 75% dei fittoni dritti.

PREPARAZIONE DEL TERRENO PRIMA DELLA SEMINA SENZA TRATTAMENTO CON GLIFOSATE SU SOIA

Durante l'annata 2019, sono state realizzate due prove sperimentali su soia con i medesimi obiettivi delle prove su girasole.
Poiché l'intenzione era quella di seminare su terreno pulito, è stato importante studiare i tipi di lavorazione e le loro profondità prima della semina della soia al fine di assicurare che:
1) le infestanti presenti prima della semina venissero eliminate;
2) la qualità dell'attecchimento della coltura non fosse influenzata;
3) la lavorazione non causasse troppe nuove emergenze di infestanti all'interno della coltura.

Data l'importanza di tali problematiche è stato necessario trovare il tipo di lavorazione ottimale (in termini di attrezzi, profondità e condizioni) allo scopo sia di eliminare le infestanti, sia si assicurare l'attecchimento della coltura.
La variabile principale della prova era l'utilizzo di una tipologia di lavorazione in grado di evitare il trattamento con glifosate in pre-semina. Come per il girasole, sono state realizzate due prove con analogo protocollo sperimentale, aventi l'obiettivo principale di controllare le malerbe durante il periodo tra una coltura e l'altra senza usare glifosate assicurando il buon attecchimento della coltura.

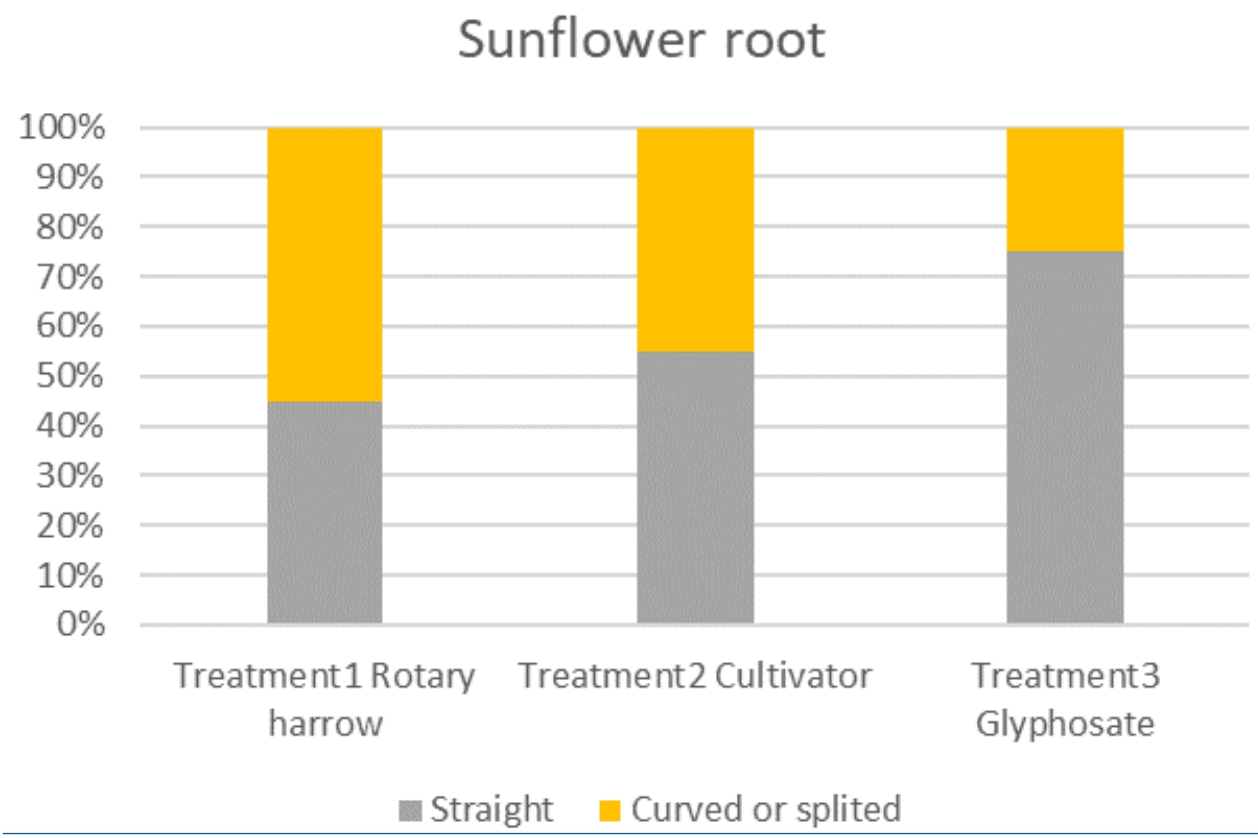


Figura 30 - Effetto delle diverse strategie sulla forma del fittone di girasole: diritto (in grigio), curvo o diviso (in giallo)

Codice	Strategie	Interventi e date
1	Diserbo con lavorazione del terreno	Erpice rotante + rullo packer: 12 aprile Erpice rotante + rullo packer: 6 maggio
2	Diserbo con un altro tipo di lavorazione	Vibrocoltivatore + rullo packer: 12 aprile Vibrocoltivatoer + roller: 6 maggio
3	Trattamento con glifosate	Roundup Innov 2 L/ha: 10 aprile

Tabella 16 - Schema della prova di Agen

PROVA DI AGEN

La lavorazione con erpice rotante combinato a un rullo packer è stata eseguita il 12 aprile 2019 su terreno fresco a una profondità di 7 cm. Il controllo delle infestanti è apparso efficace. Il successivo conteggio ha infatti evidenziato che più del 75% delle piante di *Lolium* era stato eliminato. Il *Lolium* era ancora presente, ma in densità chiaramente inferiori. La medesima lavorazione è stata ripetuta il 6 maggio, qualche ora prima della semina, allo scopo di seminare su terreno pulito.

Il 12 aprile 2019 è stato impiegato un vibrocoltivatore combinato con un rullo a gabbia su suolo fresco alla profondità di 10 cm. L'eliminazione delle infestanti è sembrata essere moderatamente efficace. Non è stato comunque possibile seminare in un terreno con questa struttura, a causa delle zolle troppo grandi create dal coltivatore. Un successivo conteggio ha dimostrato che il primo passaggio del vibrocoltivatore ha consentito di eliminare il 50% del *Lolium*. Questa malerba era ancora presente, ma con densità chiaramente inferiori. La lavorazione con erpice rotante è stata eseguita il 6 maggio, qualche ora prima della semina, al fine di seminare su terreno pulito.

La semina è stata effettuata il 6 maggio 2019 su terreno fresco utilizzando una seminatrice a fila singola con 66 cm di spazio tra le file. La densità di semina è stata di 400.000 semi/ha della varietà ISIDOR. L'8 maggio 2019, è stato distribuito sull'intera

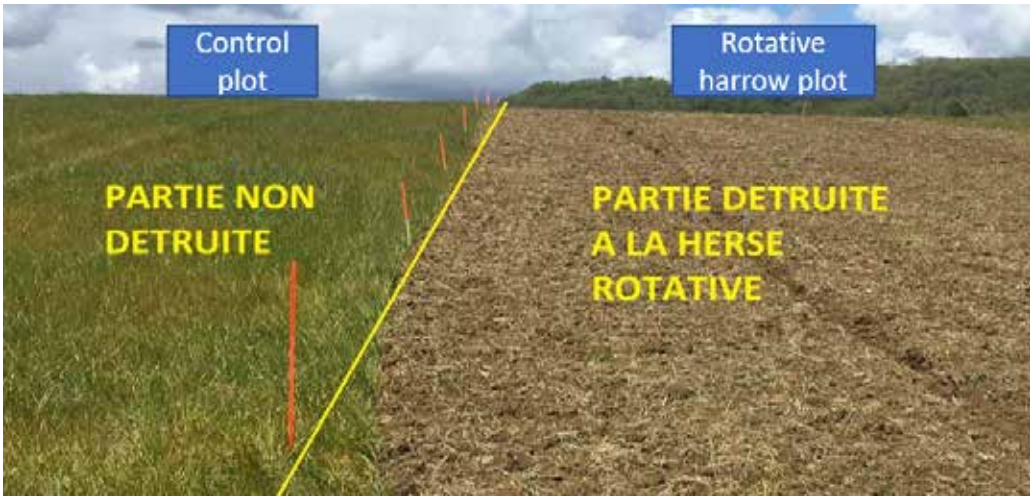


Figura 31 - Lavorazione con erpice rotante (due passaggi) il 12 aprile 2019 (a destra) e la parcella di controllo (a sinistra)

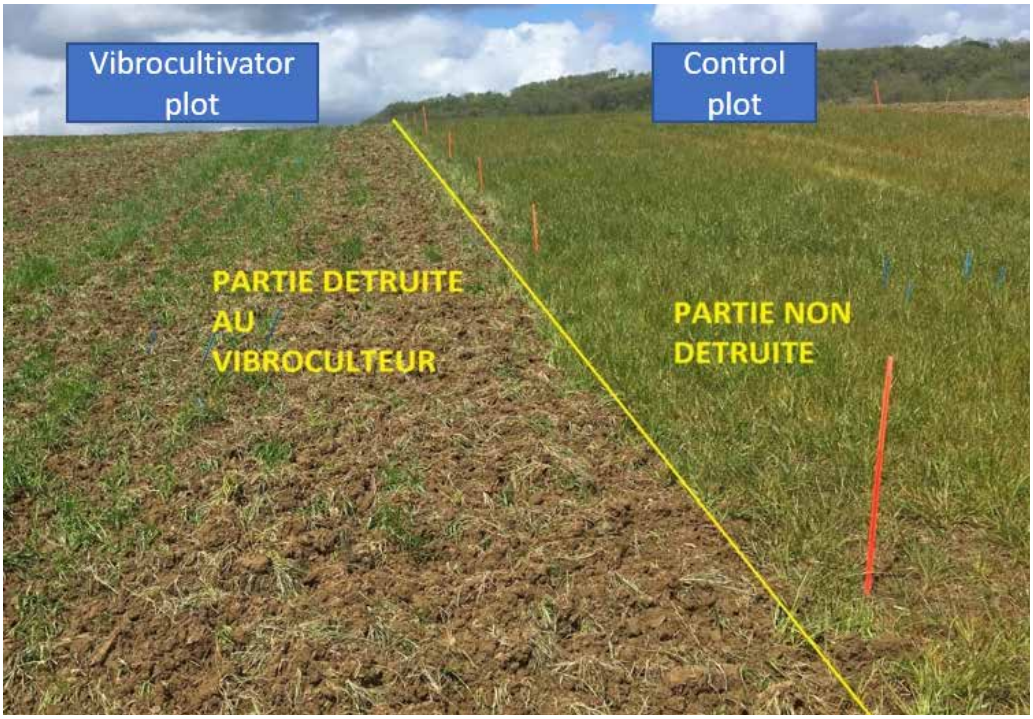


Figura 32 - Lavorazione con vibrocoltivatore (due passaggi) eseguita il 12 aprile 2019 (a sinistra) e la parcella di controllo (a destra)

prova l'erbicida Mercantor Gold (s-metolachlor) alla dose di 1,4 L/ha. Il 17 giugno 2019 l'agricoltore ha applicato il PULSAR 40 (imazamox) a 0,8 L/ha allo stadio fenologico V3.
Prima del diserbo effettuato l'11 aprile era presente una popolazione molto numerosa di *Lolium* (circa 260-400 piante/m²). La strategia con vibrocoltivatore era la più infestata fin dall'inizio.
Dopo il diserbo meccanico o chimico e prima della semina eseguita il 3 maggio, si è osservato che il glifosate era stato molto efficace (0 *Lolium*) e che l'erpice rotante era stato piuttosto efficace in quanto aveva ridotto considerevolmente la popolazione di *Lolium* ma non abbastanza da eradicarlo (66 piante di *Lolium*/m²).
Questo dovuto probabilmente alla non completa distruzione meccanica, o perché la lavorazione aveva causato nuove emergenze (le piante di *Lolium* erano allo stadio C l'11 aprile e il 3 maggio).
Il vibrocoltivatore è stato meno efficace dell'erpice

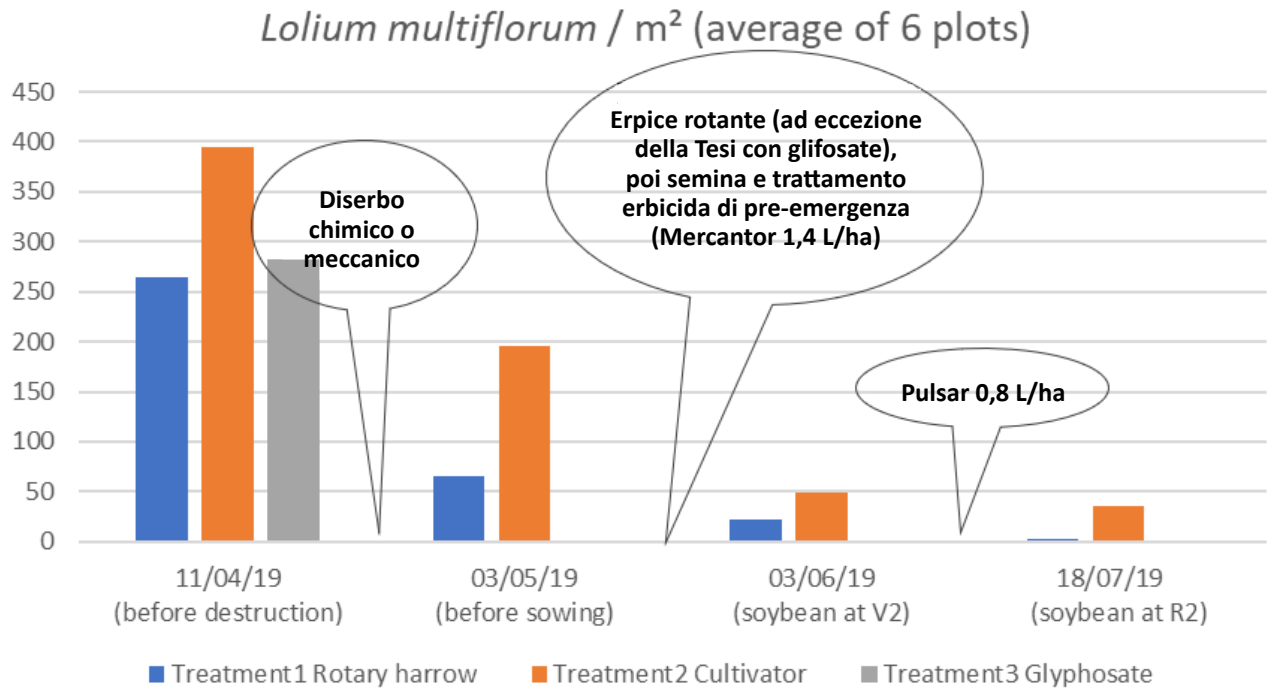


Figura 33 - Effetto delle tre strategie di diserbo sul *Lolium* (piante/m²). Strategia 1:erpice rotante (blu), Strategia 2 : vibrocoltivatore (arancione) e Strategia 3 : glifosate (grigio)

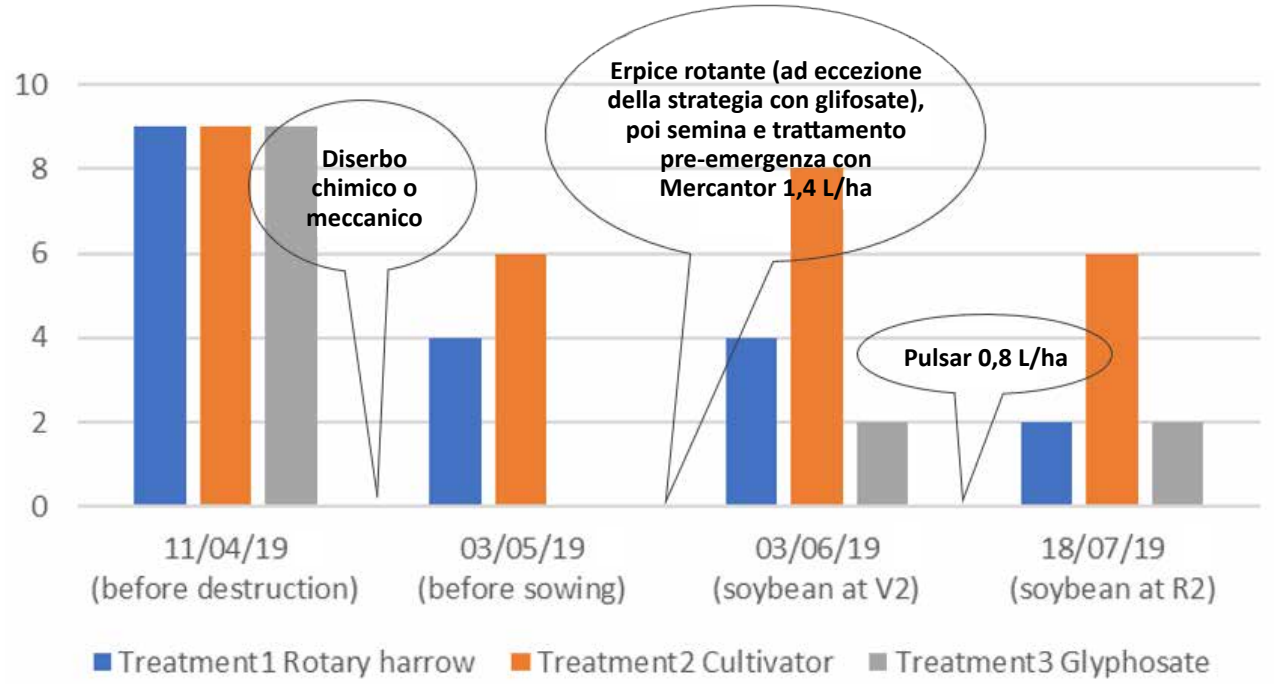


Figura 34 - Valutazione visiva della prova Agen su soia (1 = molto pulito, 9 = molto infestato). Strategia 1: erpice rotante (blu), Strategia 2: vibrocoltivatore (arancione) e Strategia 3: glifosate (grigio)

rotante, considerando che la popolazione di *Lolium* era diminuita ma che erano presenti ancora 196 piante/m², ovvero una popolazione piuttosto cospicua. Questo dovuto probabilmente alla non completa distruzione meccanica o dovuto alle nuove emergenze di piante di *Lolium* in seguito alla lavorazione,allo stadio C l'11 aprile e il 3 maggio. Il 3 giugno la lavorazione con vibrocoltivatore su soia (4 aprile e 6 maggio) + trattamento in pre-emergenza era la strategia con il maggiore numero di piante/m² di *Lolium* (48,67). La maggior parte di queste infestanti si trovava allo stadio di fioritura.

La strategia con glifosate era di gran lunga la meno infestata. Infatti, dopo il trattamento con Roundup Innov (glifosate con sale di potassio) il 10 aprile e il trattamento in pre-emergenza, rimanevano solo 0,67 piante/m² di *Lolium*, accompagnate da qualche pianta di centocchio comune (Stellaria media) e altre specie a foglia larga. Molte infestanti sembravano essere emergenze tardive, dato che si trovavano in uno stadio fenologico giovanile. Infine, la strategia con erpice rotante (12 aprile e 6 maggio) + trattamento in pre-emergenza ha dimostrato di essere efficace su *Lolium*: 22,67 piante/m², che erano tuttavia piante di nuova emergenza.
Il 18 luglio, allo stadio fenologico R2 della soia, la strategia con vibrocoltivatore presentava la maggiore quantità di piante di *Lolium* al m² (35,33), la maggior parte allo stadio di botticella, il che significa che la lavorazione aveva avuto scarso effetto sulle infestanti. Nella strategia con erpice rotante erano rimaste solo 2,67 piante/ m² di *Lolium*, anche queste prevalentemente allo stadio di botticella. Erano inoltre presenti alcune specie a foglia larga a uno stadio abbastanza giovanile. Nella strategia con trattamento a 2 L/ha di Roundup Innov non c'erano piante di *Lolium* nel conteggio delle parcelle, sebbene vi fossero alcune piante di specie a foglia larga a diversi stadi fenologici.
I punteggi della valutazione visiva hanno confermato i risultati dei campionamenti, tuttavia quando la densità di *Lolium* era molto alta, non è stato possibile discriminare tra le strategie a confronto.
Alla luce delle osservazioni effettuate, la Strategia 2 (vibrocoltivatore + erpice rotante) è risultata la più infestata sia rispetto alla Strategia 1 (due passaggi di erpice rotante) sia alla Strategia 3 (glifosate).
Le condizioni di umidità dopo le lavorazioni non hanno consentito di controllare efficacemente le infestanti. Tuttavia nella strategia con erpice rotante alcune infestanti variavano dallo stadio di plantula allo stadio di fioritura. Questo indica che la lavorazione non ha distrutto completamente le infestanti per cui vi è stata la necessità di eseguire dei rilievi sulle malerbe. In Strategia 2 lo stadio delle infestanti era prevalentemente quello di botticella o di fioritura, il che significa che il controllo delle infestanti non è stato molto efficace. In Strategia 3 solo poche piante si trovavano allo stadio di botticella e di fioritura, la maggior parte erano allo stadio giovanile o adulto. L'efficacia di questa strategia è stata comunque buona in relazione al rilievo successivamente eseguito sulle specie a foglia larga.

Qualità dell'attecchimento della soia (investimento della coltura):
la preparazione del suolo è stata eseguita in buone condizioni e in situazione di omogeneità. L'eterogeneità della coltura è apparsa minima e trascurabile.

PROVA DI DIJON

Le infestanti di questa prova erano molto varie.
La semina è stata eseguita alla profondità di 2-3 cm per tutte le strategie a confronto su terreno secco fino a 2 cm e umido-bagnato al di sotto. I trattamenti erbicidi sono stati i seguenti:
- 16 maggio 2019: Prowl 400 (pendimethalin) 1, 2 L/ha, Mercantor Gold (s-metolachlor) 1,4 L/ha;
- 13 giugno 2019: Pulsar (imazamox) 0,6 L/ha allo stadio fenologico V2-V3 della soia per iniziare il controllo delle infestanti ben sviluppate;

Codice	Strategie	Interventi e date
1	Diserbo con lavorazione del terreno	Vibrocoltivatore: 7 maggio
2	Diserbo con un altro tipo di lavorazione	Erpice a denti elastici: 13 maggio
3	Trattamento con glifosate	Glifosate 3 L/ha: 10 maggio

Tabella 17 - Schema della prova di Dijon

Conteggio agli stadi V1 e V4	Piante di soia/m²
Strategia 1 (vibrocoltivatore)	34,6
Strategia 2 (erpice strigliatore)	44,2
Strategia 3 (glifosate)	37,5

Tabella 18 - Piante di soia al m² nella prova di Dijon

- 20 giugno 2019: Pulsar (imazamox) 0,6L/ha allo stadio fenologico V2-V3 della soia + nuove emergenze dei cotiledoni della soia, per finire il diserbo delle infestanti ben sviluppate e le nuove emergenze in seguito alle piogge cadute tra il 9 e il 15 giugno.
Da notare che nei trattamenti con Pulsar 40 sono stati osservati sintomi di fitotossicità sulla soia con ingiallimento fogliare e compattamento della coltura.

Qualità dell'attecchimento della soia (caratterizzazione del letto di semina + investimento della coltura):
caratterizzazione del letto di semina: il contatto del seme con il suolo è stato buono in tutte le strategie. Tuttavia le dimensioni delle zolle superficiali variavano: le strategie con glifosate ed erpicatura avevano dimensioni identiche delle zolle (da 1 a 5 cm), mentre nella strategia con vibrocoltivatore la dimensione delle zolle era di 2-10 cm, ma anche in questa situazione vi era terreno fine a livello del seme. L'emergenza è avvenuta in due momenti, il secondo dei quali dopo le abbondanti piogge cadute tra il 9 e il 15 giugno, causando la presenza contemporanea di stadi diversi (da V1 a V4) al momento del rilevamento;
Investimento della coltura: il conteggio è stato eseguito il 24 giugno 2019 allo stadio V4 (data della prima emergenza) e V1 (data della seconda emergenza).

REGNO UNITO

PROVE SPERIMENTALI PRESSO IL NIAB

Il Gruppo NIAB è l'organizzazione più dinamica del Regno Unito per le scienze agrarie, avendo triplicato le proprie dimensioni nell'ultimo decennio attraverso un programma strategico di investimenti, fusioni e acquisizioni. La sede centrale del NIAB è a Cambridge, i centri regionali (Figura 1) sono ubicati nell'Inghilterra centrale, orientale e meridionale e i suoi soci sono presenti in tutto il territorio nazionale. Il NIAB è inserito in una rete di partenariato scientifico e collabora con importanti enti di ricerca e commerciali britannici, europei e a livello globale. Nell'ambito del progetto IWMPRAISE la ricerca è stata realizzata presso le sedi NIAB di Cambridge e East Malling.

Figura 1 - Sede centrale e Centri Regionali del NIAB

NIAB
93 Lawrence Weaver Road
Cambridge
CB3 0LE, UK
Coordinate GPS: 52°13'28.1"N 0°5'47.439"

Per ulteriori informazioni e visite guidate contattare:
John Cussans
e-mail: john.cussans@niab.com
tel: +44 1223342329

Sono state realizzate 4 prove sperimentali nell'ambito del Work Package 3 (WP3 – Colture annuali a file strette) del progetto IWMPRAISE:

1) Efficacia potenziale delle lavorazioni superficiali in sostituzione del glifosate prima delle colture primaverili.
2) Effetto della data di semina nella lotta alla coda di volpe (*Alopecurus myosuroides*) sui cereali
3) Interazione tra l'epoca di semina, l'avvio della coltura e il diserbo chimico della coda di volpe nelle leguminose invernali.
4) Lotta al loietto italico (*Lolium multiflorum*).

WP3 – ESPERIMENTO 1: EFFICACIA POTENZIALE DELLE LAVORAZIONI SUPERFICIALI SULLA FILA IN SOSTITUZIONE DEL GLIFOSATE PRIMA DELLE COLTURE PRIMAVERILI

Obiettivi

- Verificare l'efficacia delle lavorazioni superficiali per ridurre il ricorso al glifosate per l'avvio di colture primaverili nell'ambito dell'Agricoltura Conservativa (AC).
- Capire se le lavorazioni superficiali ripetute sono in grado di influenzare l'emergenza della coda di volpe (*A. myosuroides*) e possono avere un effetto apprezzabile sulle annate seguenti.

Materiali e Metodi

La prova sperimentale è iniziata nell'autunno del 2018 in un campo seminato a orzo primaverile (varietà RGT Planet) e comprende un totale di 10 tesi a confronto (Tabella 1). Per ogni tesi sono previste 3 replicazioni, ciascuna delle dimensioni di 12 x 6 m (area totale = 2160 m^2). Gli attrezzi per le lavorazioni consistono nell'uso di una serie di dischi molto ravvicinati e di un imballatore che operano alla profondità di 40-50 mm. Queste lavorazioni aiutano a stimolare la germinazione dei semi delle infestanti nel profilo superficiale del terreno, senza portare ulteriori semi in superficie. Il glifosate è stato distribuito alla dose di 3 L/ha insieme al coadiuvante Companion Gold diluito allo 0,1% in volume. La presenza (piantine/m^2) e la fecondità (spighe/m^2) della coda di volpe sono state valutate rispettivamente in primavera, all'emergenza della coltura e in estate 2019.

Risultati

Efficacia del glifosate

Il glifosate è stato efficace nel controllare i ricacci primaverili della coda di volpe (Figura 2) e in estate nel ridurre il numero di spighe (Figura 3). Non sono stati osservati vantaggi aggiuntivi nel doppio trattamento di glifosate rispetto al trattamento singolo per la lotta alla coda di volpe, tenendo presente che la dose utilizzata era di almeno 3 L/ha e il terreno non è stato movimentato tra il trattamento e la semina.

Efficacia delle lavorazioni superficiali

Le lavorazioni superficiali da sole non sono state in grado di controllare la presenza della coda di volpe

Tesi Interventi	autunnali	Interventi a fine febbraio	Interventi prima della semina
1	Aratura con inversione		Glifosate (3 l/ha) (1080g/ha)
2			Glifosate
3		Lavorazione superficiale	Glifosate
4	Lavorazione superficiale		Glifosate
5			Lavorazione superficiale
6		Lavorazione superficiale	Lavorazione superficiale
7	Lavorazione superficiale		Lavorazione superficiale
8		Glifosate	Glifosate
9	Lavorazione superficiale	Lavorazione superficiale	Glifosate
10	Lavorazione superficiale	Lavorazione superficiale	Lavorazione superficiale

Tabella 1 - Tesi a confronto nella prova sperimentale 1

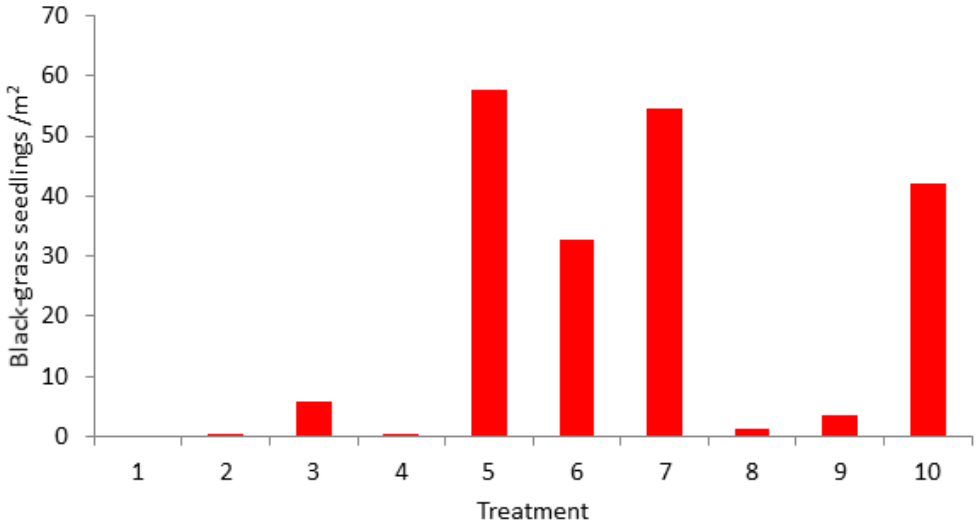


Figura 2 - Numero medio di piantine di coda di volpe al m² per le tesi a confronto (n. di repliche = 3). Vedere Tabella 1 per i dettagli delle tesi

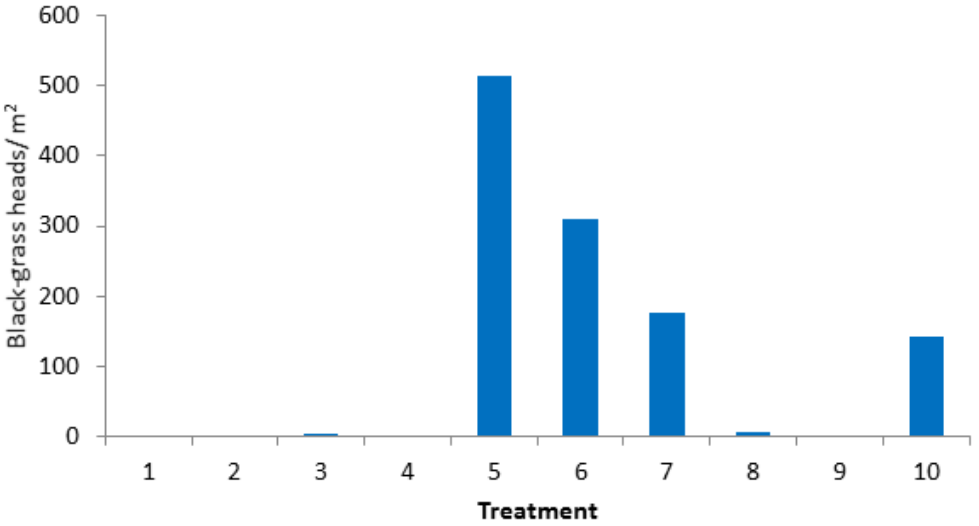


Figura 3 - Numero medio di spighe di coda di volpe al m² per le tesi a confronto. Vedere Tabella 1 per i dettagli delle tesi

(Figura 2) né di ridurre il numero di spighe (Figura 3) dove la coda di volpe era emersa prima della semina, a prescindere dall'intensità e della regolarità delle lavorazioni. Alcuni dati suggeriscono comunque che se eseguite in autunno le lavorazioni superficiali possono contribuire a contrastare la coda di volpe.

In sintesi

- L'uso del glifosate in pre-semina ha facilitato l'insediamento del cereale primaverile con una minima pressione competitiva da parte della coda di volpe.
- L'aumento del numero di lavorazioni era correlato a un controllo più efficace dell'infestante; anche nello scenario migliore (senza trattamento con glifosate) la fecondità della coda di volpe è risultata ancora elevata (143 spighe/m²).
- La lavorazione superficiale in autunno può ridurre il ricorso al glifosate e allo stesso tempo facilitare la germinazione di ulteriori infestanti nello strato superficiale del terreno.
- L'efficacia delle lavorazioni superficiali è stata molto condizionata dalle condizioni del terreno; quelle ideali sono l'elevata umidità, ma con bassa probabilità di pioggia nell'immediato futuro.

WP3 – EPERIMENTO 2: EFFETTO DELLA DATA DI SEMINA NELLA LOTTA ALLA CODA DI VOLPE (*ALOPECURUS MYOSUROIDES*) SUI CEREALI

Obiettivi

- Dimostrare che, nonostante le colture primaverili siano uno strumento efficace contro la coda di volpe, si possono ottenere risultati differenziati.
- Valutare i requisiti per l'uso in pre-emergenza del diserbo chimico sull'orzo primaverile.

Materiali e Metodi

La prova sperimentale è stata avviata a inizio primavera 2019 in campi seminati con orzo primaverile (varietà RGT Planet) o con avena primaverile (varietà WPB Eylann), per un totale di

	Coltura	Epoca di semina	Erbicidi Pre-emergenza	Post-emergenza
1	Avena primaverile	Fine gennaio/Inizio febbraio	Non trattato	
2			Hurricane (0,25 L/ha) (principio attivo: diflufenican, 125 g/ha)	
3	Orzo primaverile		Non trattato	
4			Hurricane (0,25 L/ha)	
5			Liberator (0,3 L/ha) (a.i: flufenocet, 120g/ha + diflufenican, 10g/ha)	
6			Liberator (0,3 L/ha) + Crystal (2 L/ha) (p.a.: flufenocet, 120g/ha + pendimethalin, 600g/ha)	
7			Liberator (0,3 L/ha)	Crystal (2 L/ha)
8	Avena primaverile	Fine febbraio	Non trattato	
9			Hurricane (0,25 L/ha)	
10	Orzo primaverile		Non trattato	
11			Hurricane (0,25 L/ha)	
12			Liberator (0,3 L/ha)	
13			Liberator (0,3 L/ha) + Crystal (2 L/ha)	
14			Liberator (0,3 L/ha)	Crystal (2 L/ha)
15	Avena primaverile	Marzo	Non trattato	
16			Hurricane (0,25 L/ha)	
17	Orzo primaverile		Non trattato	
18			Hurricane (0,25 L/ha)	
19			Liberator (0,3 L/ha)	
20			Liberator (0,3 L/ha) + Crystal (2 L/ha)	
21			Liberator (0,3 L/ha)	Crystal (2 L/ha)

Tabella 2 - Tesi a confronto nella prova sperimentale 2

21 tesi a confronto divise per data di semina e tipi di erbicidi (Tabella 2). Per ogni tesi vi sono 3 repliche di parcelle che misurano 12 x 2 m (area totale = 1.512 m²). Per il diserbo chimico sono stati usati, singolarmente o in combinazione, gli erbicidi Hurricane (diflufenican), Liberator (flufenocet e diflufenican) e Crystal (flufenocet e pendimethalin).
Per ogni epoca di semina sono state contate le piantine di coda di volpe presenti in corrispondenza dei trattamenti di post-emergenza e questo dato è servito a determinare la percentuale di controllo dell'infestante. Sono state inoltre conteggiate le spighe di coda di volpe al m² in tutti i trattamenti a giugno 2019 e determinata la resa della coltura (t/ha) ad agosto 2019.

Risultati

Efficacia dell'epoca di semina e del diserbo chimico

Nelle parcelle non trattate si è notato un forte effetto della semina tardiva sul controllo delle piantine di coda di volpe (Figura 4) e il numero di spighe (Figura 5). Tuttavia, il livello di controllo dovuto agli erbicidi è stato variabile; ciò può essere dovuto alle condizioni di siccità del suolo a febbraio, che ha ridotto l'efficacia di principi attivi come flufenacet, pendimethalin o diflufenican. In conclusione si è

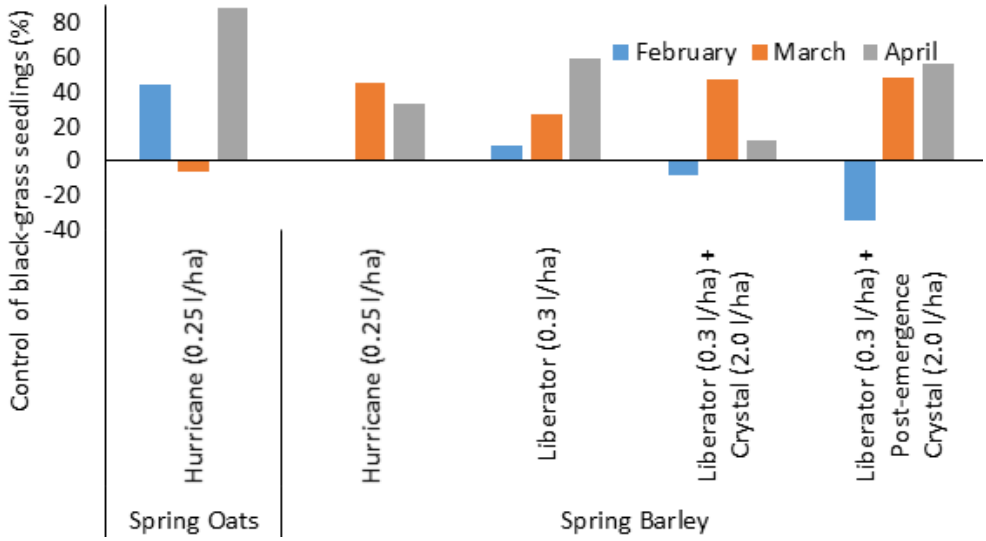


Figura 4 - % media di contenimento di coda di volpe su avena e orzo seminati a febbraio (colonne blu), marzo (colonne arancioni) e aprile (colonne grigie) rispetto ai controlli non trattati (ripetizioni n=3)

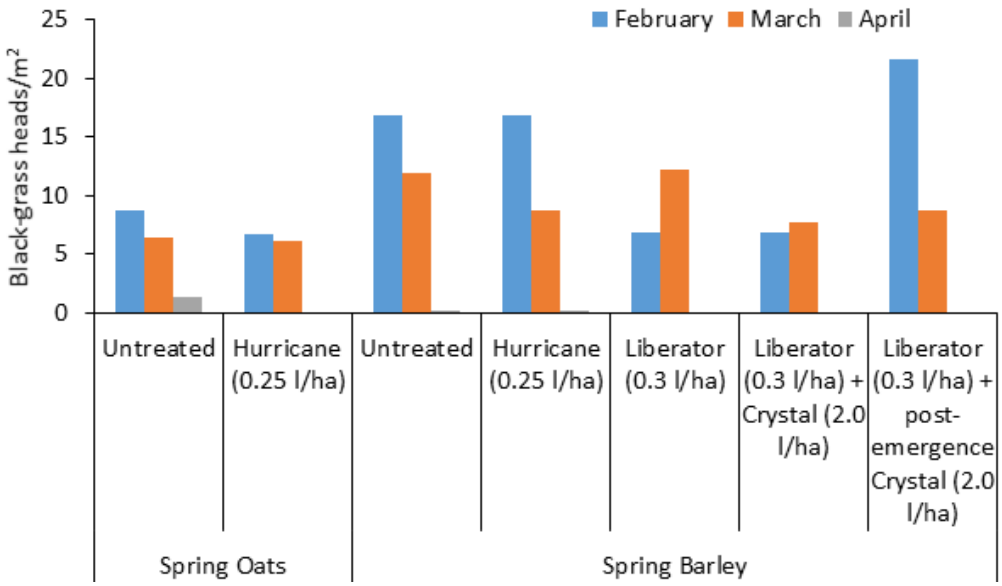


Figura 5 - Numero di spighe/m² di coda di volpe rilevate a giugno su avena e orzo seminati a febbraio (colonne blu), marzo (colonne arancioni) e aprile (colonne grigie) (ripetizioni n=3)

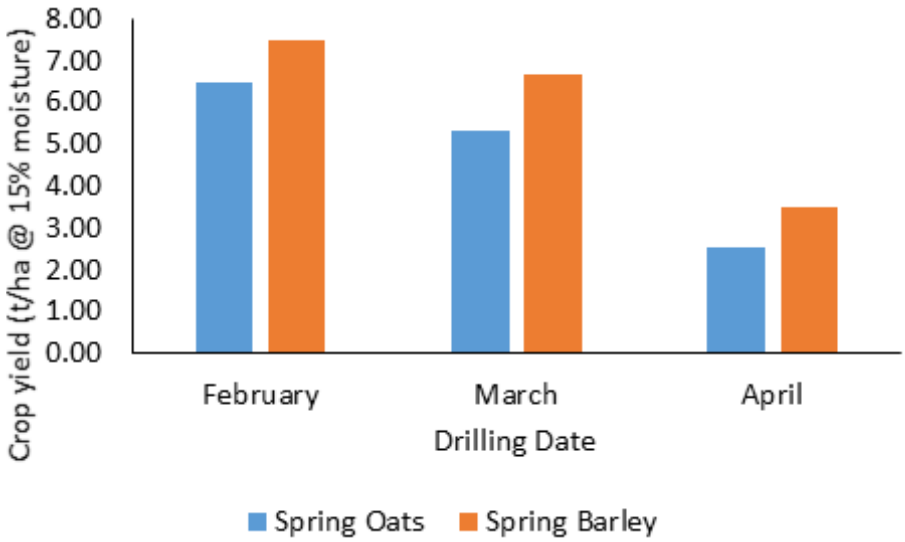


Figura 6 - Rese (t/ha) dell'avena (colonne blu) e dell'orzo (colonne arancioni) primaverili trattati con 0,25L/ha di erbicida Hurricane e seminati a febbraio, marzo e aprile (da sx a dx) (ripetizioni n=3)

messo in evidenza Liberator ma se si vuole una parola definitiva sulle performance dell'erbicida, ci vorrebbero risultati un po' più consistenti.

Efficacia della coltura
Tra le due specie di cereali, l'avena è stata la più efficace nella lotta alla coda di volpe, poiché l'innata capacità competitiva di questa coltura ha ridotto significativamente la presenza dell'infestante. Tuttavia, l'orzo ha ottenuto una resa decisamente più elevata per tutte le epoche di semina nelle stesse condizioni (Figura 6).

In sintesi

- L'epoca di semina può avere un effetto importante sulla presenza e la fecondità della coda di volpe: le colture seminate prima hanno subìto una pressione molto maggiore.
- Tuttavia va considerato che la semina tardiva presuppone una penalizzazione di resa. Questa è minima tra quella di febbraio e quella di marzo, ma aumenta in quella seminata in aprile.
- L'avena è più competitiva dell'orzo nei confronti della coda di volpe, ma è più suscettibile a basse penalizzazioni di resa.
- L'uso di quantità ridotte di erbicida (Liberator 0,3 L/ha) può essere efficace nelle colture a semina precoce, ma se la semina avviene dopo febbraio i trattamenti non sono necessari.

WP3 – ESPERIMENTO 3: INTERAZIONI TRA L'EPOCA DI SEMINA, LE LAVORAZIONI E IL DISERBO CHIMICO NELLA LOTTA ALLA CODA DI VOLPE SULLA FAVA INVERNALE

Obiettivi

- Dimostrare che l'efficacia del propyzamide (Kerb Flo 500) nella coltura invernale di fava è influenzata dalla strategia di impianto della coltura.
- Valutare l'interazione tra l'epoca di semina e le lavorazioni nella lotta alla coda di volpe (*A. myosuorides*) sulle leguminose invernali.
- Stimare i rischi e i benefici di una strategia che combina il trattamento tardivo di Kerb Flo 500 con il glifosate (Rosate).

Materiali e Metodi

La prova sperimentale è iniziata in autunno 2018, in un campo seminato a fava invernale (*Vicia faba*, varietà Tundra), con 12 tesi relative a diverse opzioni di epoca di semina, lavorazioni e diserbo chimico (Tabella 3). La prova prevede 3 replicazioni per tesi (n = 3) in parcelle di 12 x 2 m (area totale = 864 m^2). Per ogni tesi, in post-emergenza in autunno è stato determinato il numero di piantine di coda di volpe. La fecondità (numero d spighe/m^2) dell'infestante è stata inoltre rilevata in corrispondenza di tutti i trattamenti eseguiti a giugno 2019.

Tesi	Epoca di semina	Lavorazioni	Diserbo chimico
1	Ottobre	Non lavorazione (semina su sodo)	Non trattato
2			Trattamento in pre-emergenza: Kerb Flo 500 (1,7 L/ha) (principio attivo: propyzamide 680 g/ha)
3			Trattamento tardivo: Kerb Flo 500 (1,7 L/ha) + Rosate (3 L/ha) (p.a. glifosate 1080 g/ha) + Companion Gold (0,5 L/ha)
4		Lavorazione senza inversione	Non trattato
5			Trattamento in pre-emergenza: Kerb Flo 500 (1,7 L/ha)
6			Trattamento tardivo: Kerb Flo 500 (1.7 l/ha) + Rosate (3 l/ha) + Companion Gold (0,5 l/ha)
7	Novembre	Non lavorazione	Non trattato
8			Trattamento in pre-emergenza: Kerb Flo 500 (1,7 L/ha)
9			Trattamento tardivo: Kerb Flo 500 (1,7 L/ha) + Rosate (3 L/ha) + Companion Gold (0,5 L/ha)
10		Lavorazione senza inversione	Non trattato
11			Trattamento in pre-emergenza: Kerb Flo 500 (1,7 L/ha)
12			Trattamento tardivo: Kerb Flo 500 (1,7 L/ha) + Rosate (3 L/ha) + Companion Gold (0,5 L/ha)

Tabella 3 - Tesi a confronto nella prova sperimentale 3

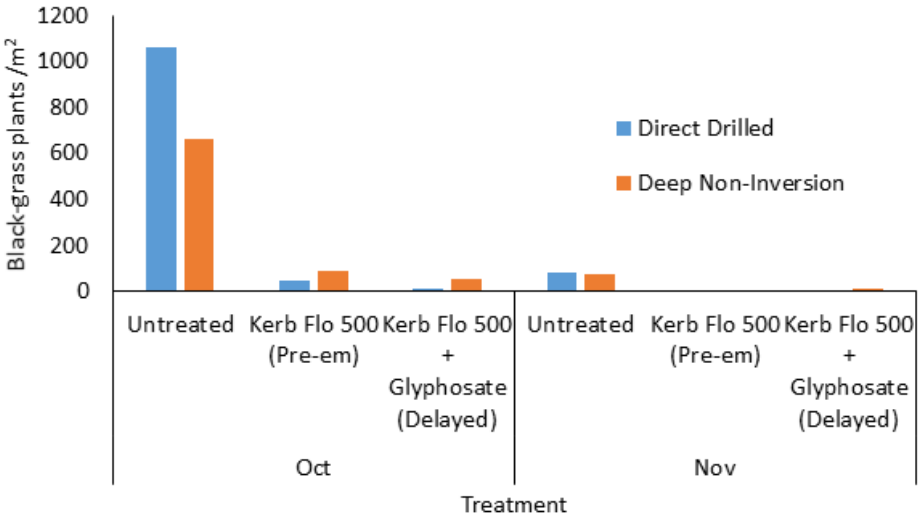


Figura 7 - Numero medio di piantine di coda di volpe (n=3) in funzione dell'epoca di semina (ottobre o novembre), delle lavorazioni (semina su sodo: colonne blu; lavorazione profonda senza inversione: colonne arancioni) e del trattamento erbicida

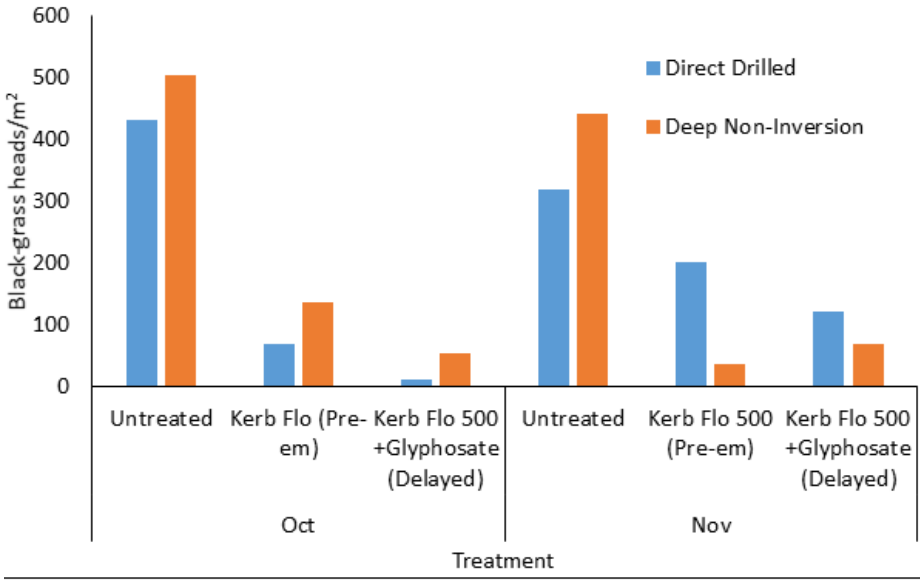


Figura 8 - Numero medio di spighe(n=3) di coda di volpe in funzione dell'epoca di semina (ottobre o novembre), delle lavorazioni (semina su sodo: colonne blu; lavorazione profonda senza inversione: colonne arancioni) e del trattamento erbicida

Risultati

Efficacia dell'epoca di semina, del diserbo chimico e delle lavorazioni

Nella lotta alla coda di volpe è stata osservata una forte interazione tra l'epoca di semina, il diserbo chimico e le lavorazioni. L'effetto più evidente è stato determinato dall'epoca di semina, considerando che le parcelle seminate in novembre presentavano in primavera un carico molto inferiore di piantine di coda di volpe (Figura 7) e di numero di spighe in estate (Figura 8). L'effetto delle lavorazioni e del diserbo chimico si è rivelato meno consistente.

La differenza maggiore dovuta alle lavorazioni è stata osservata a ottobre nelle parcelle non trattate, con una presenza molto inferiore di infestante nelle parcelle in cui era stata eseguita la lavorazione senza inversione rispetto alla semina su sodo (non lavorazione) (Figura 7). Tuttavia la lavorazione senza inversione ha determinato un numero maggiore di spighe dell'infestante nelle parcelle non trattate o seminate in ottobre (Figura 8).

In generale, il trattamento tardivo con propyzamide e il trattamento aggiuntivo con glifosate dopo la semina ha prodotto ulteriori vantaggi in termini di riduzione di piantine (Figura 7) e di spighe (Figura 8) di coda di volpe.

In sintesi

- In quasi tutte le situazioni la semina tardiva ha un notevole potenziale nel ridurre la presenza di coda di volpe nella coltura. Tuttavia le infestanti che comunque emergono devono essere controllate durante la coltivazione. Inoltre la coltura deve essere vigorosa e competitiva per poter contrastare efficacemente la crescita delle infestanti.
- La non lavorazione (semina su sodo) ha migliorato l'efficacia del propyzamide (Kerb Flo 500) nella lotta alla coda di volpe, ma solo nel caso di semina precoce.
- La prova ha testato un approccio al trattamento chimico tardivo, combinando il Kerb Flo 500 (1,7 L/ha) con una dose efficace di glifosate (1080 g di principio attivo/ha). Questa tecnica ha consentito di contenere ulteriormente la presenza di piante e spighe di coda di volpe ma comporta dei rischi in alcune situazioni. Per esempio, si è osservato un notevole miglioramento nella semina precoce, laddove la densità di infestante era più elevata. Tuttavia l'uso di tale approccio in una coltura a semina tardiva e con lavorazione profonda senza inversione ha favorito la successiva presenza di spighe dell'infestante.
- L'efficacia della semina tardiva per la lotta alla coda di volpe è stata quasi completamente azzerata in relazione alla densità delle spighe. Questo è dovuto alla mancata azione competitiva sull'infestante da parte della coltura. La scarsa competizione della coltura è stata molto più evidente nella non-lavorazione rispetto alla lavorazione profonda senza inversione.
- La coltivazione a più basso impatto mediante non lavorazione ha consentito di ottenere una buona coltura e in combinazione con il diserbo chimico è stata efficace nel ridurre le piante e le spighe di coda di volpe, ma solo nel caso di semina precoce.

Aratura	Semina precoce						
	Semina tardiva						
	Semina primaverile						
Minima lavorazione	Semina precoce						
	Semina tardiva						
	Semina primaverile						
Semina su sodo	Semina precoce						
	Semina tardiva						
	Semina primaverile						
		Trattato	Non trattato	Trattato	Non trattato	Trattato	Non trattato

Figura 9 - La matrice utilizzata per testare la presenza di loietto

Trattamento erbicida	Pre-emergenza	Post-emergenza
Herbicide	Liberator (0,6 l/ha) (principio attivo: flufenocet, 240 g/ha + diflufenican, 20 g/ha) Defy (4 l/ha) (p.a.: prosulfocarb, 3200 g/ha)	Atlantis OD (1,2 l/ha) (p.i.: mesosulfuron-methyl, 12 g/ha + iodosulfuron-methyl-sodium, 2,2 g/ha) + Biopower adjuvant (1 l/ha) + Stomp Aqua (2,6 l/ha) (p.i.: pendimethalin, 1183 g/ha) [alla fase di 1-2 foglie dell'infestante]

Tabella 4 - Diserbo chimico usato per le parcelle trattate nella prova sperimentale 4

WP3 – ESPERIMENTO 4: LOTTA AL LOIETTO ITALICO (*LOLIUM MULTIFLORUM*)

Obiettivi

- Confrontare le opzioni di base per la lotta al loietto italico (*Lolium multiflorum*).

Materiali e metodi

La prova sperimentale è iniziata a luglio 2018 in base a uno schema che comprende 18 tesi. L'esperimento ha lo scopo di testare 3 strategie diverse di coltivazione (aratura, lavorazione profonda senza inversione e minima lavorazione) su frumento invernale (seminato in settembre/ottobre) e frumento primaverile con o senza diserbo chimico (Figura 9 e Tabella 4). Le tesi sono replicate 3 volte in parcelle di 9 x 2 m (area totale 1944 m^2). Le piante di loietto sono state conteggiate all'emergenza per ogni data di semina ed è stata determinata la percentuale di presenza dell'infestante nelle parcelle trattate con erbicidi.

Risultati

Efficacia della lotta al loietto

Si è osservata una forte correlazione negativa tra la presenza di loietto e l'epoca di semina, le parcelle seminate ad autunno inoltrato o in primavera avevano un'infestazione molto minore (Figura 10). L'aratura è stata la più efficace nel contenere l'infestazione di loietto, seguita dalla lavorazione profonda senza inversione. La semina su sodo (non lavorazione) è risultata la tecnica di coltivazione meno efficace e i benefici derivati dalla semina

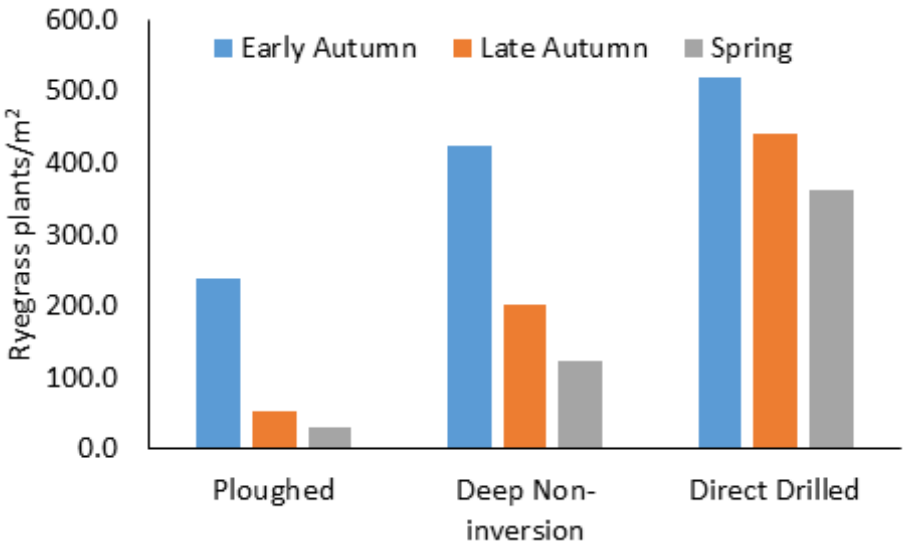


Figura 10 - Popolazione (piante/m^2) media di loietto nelle parcelle non trattate durante l'emergenza della coltura per le 3 lavorazioni (da sx a dx: aratura, lavorazione profonda senza inversione e semina su sodo) e le 3 epoche di semina a confronto (inizio autunno = colonne blu, tardo autunno = colonne arancioni e primavera = colonne grigie)

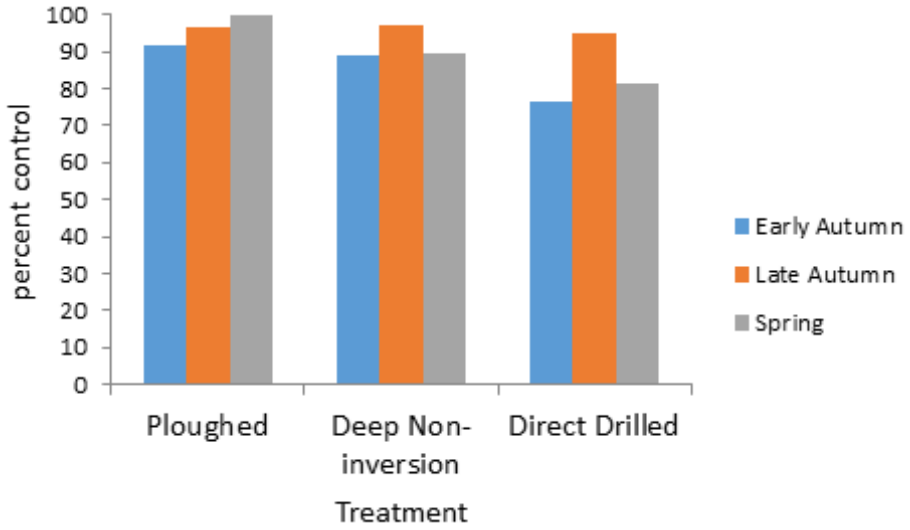


Figura 11 - Percentuale media di controllo del loietto (n=3) nelle parcelle trattate con diserbo chimico per le 3 lavorazioni (da sx a dx: aratura, lavorazione profonda senza inversione e semina su sodo) e le 3 epoche di semina a confronto (inizio autunno = colonne blu, tardo autunno = colonne arancioni e primavera = colonne grigie)

tardiva sono stati molto inferiori (Figura 10). Per quanto riguarda le parcelle trattate con erbicidi, l'aratura ha prodotto la migliore percentuale di controllo dell'infestante e la semina su sodo la peggiore (Figura 11). Le parcelle seminate nel tardo autunno erano equivalenti come livello di controllo dell'infestante, a prescindere dalla tecnica di coltivazione (Figura 10), mentre quelle seminate a inizio autunno hanno registrato i risultati peggiori.

In sintesi

- Come avviene per altre infestanti graminacee problematiche, nel caso del loietto italico (*L. multiflorum*) è generalmente vantaggioso ritardare le date di semina. Tuttavia, le semine tardive possono comportare una perdita di resa.
- L'aratura è stata la lavorazione più efficace nel contrastare il loietto e ha consentito di ottenere i risultati migliori in relazione al diserbo chimico.
- L'agricoltura conservativa (semina su sodo) è stata la meno efficace nel controllare il loietto e i benefici derivati dall'epoca di semina sono risultati ridotti.

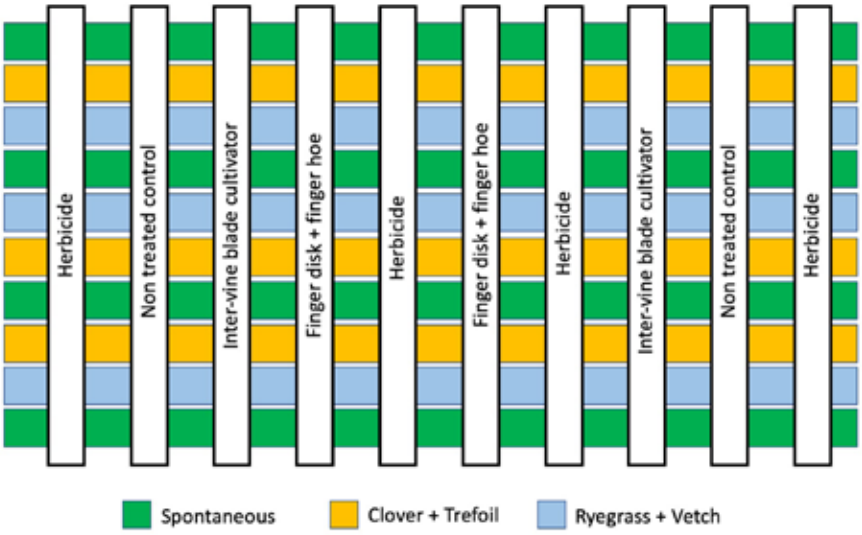


Figura 12 - Schema sperimentale della prova. Negli spazi bianchi i trattamenti a confronto: diserbo meccanico, controllo non trattato, sarchiatura a lame in interfila, sarchiatura a dischi + sachiatura a denti. Verde = inerbimento spontaneo; giallo = cover crop di trifoglio; azzurro = cover crop di segale + veccia

Figura 13 - Vigneto sperimentale a East Malling: a sinistra le viti trattate con erbicida, a destra il controllo non trattato

Sviluppi futuri
Nei prossimi anni il lavoro al NIAB per la WP3 si focalizzerà maggiormente su un sistema a più larga scala. Ad esempio, la ricerca sulle colture già in atto sarà realizzata usando 3 sistemi: sistema tradizionale, agricoltura di pura conservazione (non lavorazioni, copertura del suolo tutto l'anno, consociazioni, diversificazione delle rotazioni) e adattamento o adozione il più possibile di pratiche conservative.

WP6 – PROVA SPERIMENTALE DI LOTTA INTEGRATA ALLE MALERBE IN VIGNETO

Prova sperimentale del progetto IWMPRAISE realizzata al NIAB EMR, stazione di East Malling, nell'ambito del Work Package 6 (WP6 – Colture legnose perenni).

Obiettivi
La prova è condotta in collaborazione con due partner: la ditta di ingegneria meccanica Clemens GmbH e la ditta sementiera Cotswold Seeds. Lo scopo è di valutare l'efficacia delle alternative

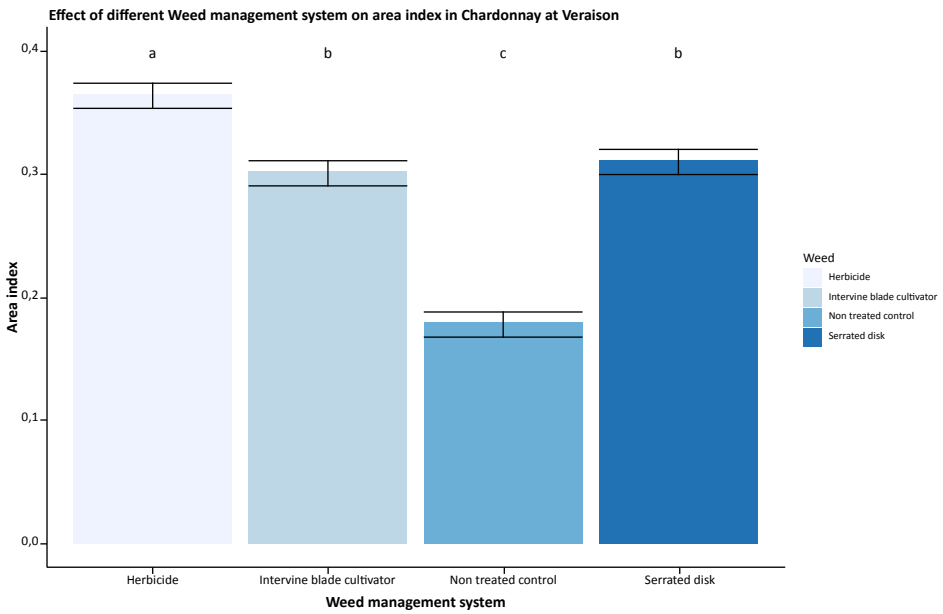


Figura 14 - Effetto dei diversi sistemi di lotta alle malerbe sull'indice di area fogliare del Chardonnay all'invaiatura. Da destra a sinistra, le 4 colonne corrispondono a: diserbo meccanico; sarchiatura a lame in interfila; controllo non trattato; sarchiatura a dischi

meccaniche e botaniche al diserbo chimico sui filari e in interfila. Saranno quindi testati gli effetti di due tipi diversi di macchine sarchiatrici (una a lame e una a dischi dentellati) sulle infestanti presenti, in confronto al diserbo chimico normalmente praticato dai viticoltori.
In interfila sono messi a confronto due miscugli di cover crop con la vegetazione naturale (ovvero le infestanti spontanee): un miscuglio di cover crop contenente trifoglio e un miscuglio di veccia-segale-graminacee. Nel vigneto saranno inoltre utilizzati sensori per monitorare gli effetti del diserbo meccanico e delle cover crop sulle condizioni del suolo (contenuto idrico come potenziale matriciale e temperatura) e sul microclima in soprasuolo (temperatura dell'aria, umidità e intensità della luce). L'impatto delle strategie di lotta integrata sulla crescita vegetativa e sulla resa della coltura (e sulla qualità dell'uva) sarà determinato e incluso in un'analisi economica costi-benefici. Nel 2020 un'azienda vitivinicola si è unita al progetto e sarà utilizzata per dimostrare gli effetti reciproci del diserbo chimico e meccanico sulla performance della coltura gestita da un viticoltore ubicato in prossimità del confine con il Galles.

Materiali e metodi

La prova è stata avviata all'inizio dell'estate 2018 presso il vigneto dimostrativo del NIAB EMR, un vigneto irriguo di 4 anni e uno di nuovo impianto. Dopo l'installazione dei sensori e delle cover crop, i risultati del primo anno sono stati raccolti da giugno 2019 a novembre 2019. Le osservazioni botaniche hanno consentito di identificare le specie infestanti e quante erano presenti lungo le file per tre volte all'anno. Le immagini scattate da una fotocamera sono state utilizzate per stimare la biomassa delle infestanti e delle cover crop nelle file e in interfila, sulla base dell'indice normalizzato di differenza della vegetazione (NDVI) ottenuto dalle misure di riflettanza spettrale. Questo dato sarà incrociato con la scannerizzazione LiDAR della copertura vegetale del vigneto al fine di collegare la presenza di infestanti con il tasso di crescita del vigneto.
L'esperimento consiste in 30 blocchi di 5 piante per strategia di diserbo, combinati con 3 blocchi di 50 piante per cover crop (Figura 12).
La validazione sperimentale del secondo anno di prova è in corso da aprile 2019. I campionamenti di pre-trattamento sono ormai stati completati e l'impatto delle diverse strategie di lotta alle malerbe saranno valutati nel corso del 2020 con la maturazione dei grappoli.
Seguendo la metodologia definita, le infestanti saranno valutate in 3 diversi momenti: in gennaio, dopo l'applicazione dei metodi di lotta, ad aprile-maggio, 3-4 settimane dopo l'applicazione dei metodi di controllo, e all'invaiatura (ad agosto). I principali parametri da valutare sono i seguenti:

- **Dati sulle infestanti in interfila (dal 2020) e nelle file: densità delle piante e produzione di biomassa**. È stata inoltre valutata la diversità delle specie

Agosto 19	Diserbo chimico			Controllo non trattato			Sarchiatura a dischi			Sarchiatura a lame		
	Trifoglio	Spontanea	Veccia	Trifoglio	Spontanea	Veccia	Trifoglio	Spontanea	Veccia	Trifoglio	Spontanea	Veccia
Amaranthaceae	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Asteraceae	36	20	18	52	83	78	13	24	15	59	39	48
Boraginaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brassicaceae	0	1	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0
Caryophyllaceae	6	0	9	6	1	0	45	9	13	6	18	15
Fabaceae	0	0	0	17	15	35	0	5	12	5	0	3
Geraniaceae	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1
Lamiaceae	11	35	8	3	0	2	7	41	13	18	5	59
Malvaceae	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
Onagraceae	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Plantaginaceae	0	0	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0
Poaceae	6	0	17	40	7	11	5	27	6	7	0	17
Polygonaceae	0	2	2	2	4	11	3	2	1	1	5	3
Ranunculaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rosaceae	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Solanaceae	0	0	0	0	0	0	1	0	2	6	0	0
Totale	**61**	**59**	**54**	**122**	**114**	**145**	**76**	**114**	**63**	**102**	**67**	**146**

Tabella 5 - Famiglie di specie infestanti osservate sotto i filari di vite il 19 agosto 2019

Gennaio 20	Diserbo chimico			Controllo non trattato			Sarchiatura a dischi			Sarchiatura a lame		
	Trifoglio	Spontanea	Veccia	Trifoglio	Spontanea	Veccia	Trifoglio	Spontanea	Veccia	Trifoglio	Spontanea	Veccia
Amaranthaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	29	33	48	49	36	20	29	30	23	12	28	13
Boraginaceae	30	88	108	4	6	2	14	23	21	0	18	9
Brassicaceae	13	1	0	0	7	0	0	12	1	1	1	1
Caryophyllaceae	1	1	4	0	0	4	0	1	4	1	5	0
Fabaceae	12	0	0	30	56	60	2	0	0	3	0	0
Geraniaceae	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	2
Lamiaceae	10	8	4	1	6	10	19	30	18	30	6	4
Malvaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Onagraceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plantaginaceae	2	4	1	2	8	3	32	12	18	17	19	27
Poaceae	37	23	15	27	18	17	10	6	19	5	14	16
Polygonaceae	0	0	0	1	0	2	1	2	0	0	0	0
Ranunculaceae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Rosaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solanaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totale	**134**	**158**	**180**	**0**	**117**	**137**	**119**	**107**	**116**	**104**	**69**	**93**	**72**

Tabella 6 - Famiglie di specie infestanti osservate sotto i filari di vite il 20 gennaio 2020

infestanti durante la stagione 2018/2019 e i dati sulla densità delle piante saranno presentati, analogamente allo studio condotto in Spagna sugli oliveti, utilizzando i seguenti indici: la ricchezza di specie (S), l'esponente dell'indice di Shannon-Wiener (expH') e l'indice di equitabilità di Pielou (J').

- **Resa della vite** (t/ha) e **qualità della produzione** (dal 2020) (zuccheri, acidi, azoto disponibile)
- **Analisi del suolo**: 10 campioni per la fertilità del suolo (N, P, K, SO e C organico) per tesi saranno prelevati dallo strato di terreno da 0 a 30 cm
- **Dati meteorologici** ottenuti da Stazioni meteo localizzate nel vigneto.

Primi risultati

Effetto delle strategie di lotta alle malerbe sulla crescita vegetativa (2019)

I primi risultati dimostrano che, nonostante non siano state osservate differenze tra le diverse tesi al momento della fioritura (giugno), la competizione delle infestanti è stata dannosa per la vite nelle fasi vegetative successive, quando è avvenuta l'allegagione ad agosto 2019.

Le 3 strategie a confronto (diserbo chimico vs sarchiatura a lame vs sarchiatura a dischi) non hanno mostrato differenze in termini di parete fogliare, misurata con il sistema LiDAR su 100 viti per ogni

tesi. Il controllo non trattato (NTC) ha comunque subìto una significativa diminuzione dell'area fogliare (-20%). Questa contrazione sembra essere il risultato della competizione delle infestanti per l'acqua e le sostanze nutritive, con una riduzione del 30% dell'indice di bilancio di azoto (NBI) all'invaiatura per l'NTC. Questo risultato sarà messo in correlazione con l'umidità del suolo e le dinamiche di crescita del vigneto alla fine della prova.
È interessante notare che entrambe le tecnologie di diserbo meccanico hanno registrato una diminuzione di NBI se confrontate con il diserbo chimico, che non ha quindi provocato una riduzione della crescita vegetativa.

Presenza della flora infestante
Le valutazioni sulla flora infestante sono state realizzate in inverno allo scopo di ottenere una descrizione completa delle specie presenti. Alla fioritura per ogni tesi è stata eseguita una rilevazione delle specie cresciute sotto le viti, che ha mostrato differenze nelle famiglie e nelle quantità presenti in base alle diverse strategie.
Questi risultati sono ancora preliminari, poiché sono stati completati in agosto 2019 all'invaiatura e a gennaio 2020 quando le viti erano dormienti. Il rilievo successivo è stato realizzato ad aprile 2020 all'inizio del periodo vegetativo e consentirà di descrivere la risposta della popolazione infestante alle diverse strategie di lotta. Sarà inoltre descritta la flora delle cover crop in interfila per valutarne la sostenibilità alle condizioni di crescita presenti.

Sviluppi futuri
L'impatto delle strategie di lotta integrata alle malerbe sulla resa del vigneto e la qualità dell'uva sarà determinata per la prima volta nel corso del 2020 e inserita in un'analisi economica costi-benefici. Questo studio sarà realizzato con il contributo dei viticoltori locali che già utilizzano il diserbo meccanico nei loro vigneti.

PAESI BASSI

PROVE SPERIMENTALI PRESSO L'UNIVERSITÀ DI WAGENINGEN

Con oltre 700 ettari di terreno agricolo l'azienda sperimentale dell'Università di Wageningen situata a Lelystad è il più grande centro sperimentale olandese per la ricerca sulle colture agrarie. Il Dipartimento di Ricerca sulle Colture Agrarie dell'Università di Wageningen gestisce l'azienda e realizza la ricerca in campo. Qui vengono organizzate giornate dimostrative dove nuove varietà, macchinari e pratiche agricole sono poste all'attenzione degli interessati a livello nazionale e internazionale. Le ricerca riguarda tutti gli aspetti relativi alle colture. La finalità è quella di mettere a punto dei sistemi colturali per l'agricoltura tradizionale e biologica in grado di soddisfare gli obiettivi produttivi, ambientali e sociali. I principali argomenti di ricerca sono le nuove colture e varietà, l'impatto economico e ambientale dell'agricoltura, la protezione delle colture e la gestione delle malerbe, la corretta gestione del suolo e l'agricoltura di precisione. Una buona parte dell'azienda sperimentale è gestita per la produzione vendibile. Le principali colture sono quelle tipiche dell'agricoltura olandese di pieno campo: patate, barbabietola da zucchero, cipolle, carote e cereali.

Indirizzo:
Azienda sperimentale dell'Università di Wageningen
Edelhertweg 1
8219 PH Lelystad – The Netherlands
Telefono: +31 320 291111

Per informazioni e visite guidata contattare:
Contatto per prova 1:
Joop Esselink
e-mail: joop.esselink@wur.nl
tel. +31 320 291439

Contatto per prova 2:
Hilfred Huiting
e-mail: hilfred.huiting@wur.nl
tel. +31 320 291339

Nell'ambito del progetto IWMPRAISE sono in corso due prove sperimentali del cluster nazionale olandese del WP4:
1. Prova colture annuali: seminativi e ortaggi
2. Prova colture seminate in file: mais
Entrambe le prove sono ubicate a Lelystad presso l'Azienda sperimentale dell'Università di Wageningen.

PROVA SPERIMENTALE SU COLTURE A SEMINATIVO E ORTAGGI

Questo esperimento è stato avviato nella primavera del 2018 per mettere a confronto due diverse strategie di lotta alle malerbe:
A) una rotazione convenzionale di 4 anni basata sul diserbo chimico mirato.
B) un sistema diversificato che utilizza una rotazione di 8 anni con scelta ottimale delle varietà, gestione mirata delle colture, lotta alle malerbe con metodi diversificati usando sistemi di valutazione e monitoraggio di ultima generazione.
Le colture della rotazione quadriennale sono: patata, cipolla da seme, barbabietola da zucchero e orzo primaverile. Le colture della rotazione di 8 anni sono: orzo primaverile, cipolla da seme, trifoglio, carota, patata, cavolo, barbabietola da zucchero e cover crop autunnali. Nell'arco degli 8 anni la patata è coltivata due volte perché in questa zona tale coltura assume un valore economico importante. La prova sperimentale prevede 3 repliche per ciascuna tesi. La valutazione delle strategie effettuata nell'inverno del 2018 non ha portato a cambiamenti di approccio nelle strategie di lotta per il 2019. Il sistema diversificato di 8 anni è basato sull'uso combinato di strumenti che derivano dai seguenti pilastri della lotta integrata alle malerbe:

I. La diversificazione dei sistemi di lotta consente di aumentare o di eguagliare le rese e la redditività delle colture rispetto ai sistemi convenzionali. In questa prova nella rotazione convenzionale quadriennale sono comprese cover crop invernali, carota e cavolo. Il ricorso a colture diverse come il cavolo (semina tardiva: possibilità di eseguire

Figura 1 - Schema sperimentale della prova nel 2019

LEGENDA

Aa1 8-	patata 8 anni convenzionale	Aa1 8+	patata 8 anni lotta integrata
Aa 4-	patata 4 anni convenzionale	Aa 4+	patata 4 anni lotta integrata
Aa5 8-	patata 8 anni convenzionale	Aa5 8+	patata 8 anni lotta integrata
Gk8-	trifoglio 8 anni convenzionale	Gk8+	trifoglio 8 anni lotta integrata
Gr4-	frumento estivo 4 anni convenzionale	Gr4+	frumento estivo 4 anni lotta integrata
Gr8-	frumento estivo 8 anni convenzionale	Gr8+	frumento estivo 8 anni lotta integrata
Pn8-	carota 8 anni convenzionale	Pn8+	carota 8 anni lotta integrata
Sb4-	barbabietola da z. 4 anni convenzionale	Sb4+	barbabietola da z. 4 anni lotta integrata
Sb8-	barbabietola da z. 8 anni convenzionale	Sb8+	barbabietola da z. 8 anni lotta integrata
Sk8-	cavolo 8 anni convenzionale	Sk8+	cavolo 8 anni lotta integrata
Ui4-	cipolla 4 anni convenzionale	Ui4-	cipolla 4 anni lotta integrata
Ui8-	cipolla 8 anni convenzionale	Ui8-	cipolla 8 anni lotta integrata

la falsa semina), le cover crop invernali (che migliorano la struttura del suolo e coprono il terreno prevenendo l'emergenza e la presenza di infestanti come *Stellaria media* e *Poa annua*) e la carota (che facilita il diserbo meccanico) consente di diversificare le strategie di lotta.

II. Le varietà allelopatiche/tolleranti, quando disponibili per le colture in rotazione, sono scelte per migliorare la capacità competitiva della coltura per la luce.

III. La gestione della coltura al fine di favorire la sua crescita (concimazione localizzata, profondità di semina, trapianto, sistemi di lavorazione).

IV. La falsa semina è utilizzata nel sistema diversificato di 8 anni.

V. Strumenti di lotta mirati a disturbare il ciclo di vita delle infestanti (es. pirodiserbo, lotta biologica, applicazione localizzata degli erbicidi – sito specifica).

VI. Utilizzo del diserbo meccanico (strigliatura, sarchiatura, finger weeder, torsion weeder). Gli erbicidi tradizionali sono sostituiti da erbicidi di origine naturale per l'eliminazione degli steli di patata.

VII. Monitoraggio e valutazione dei livelli di infestazione (es. utilizzo di sensori innovativi e di sistemi a supporto delle decisioni). Le infestanti sono monitorate visivamente (conteggio) al fine di determinare la loro densità e la necessità di intervenire con i trattamenti.

Risultati 2019

Le variazioni nella dimensione e composizione della banca semi delle infestanti sarà usata come parametro per valutare gli effetti del sistema di lotta integrata impiegato. La banca semi delle infestanti è stata rilevata all'inizio della sperimentazione e lo sarà ancora alla fine della prova. Durante la stagione vegetativa è stata inoltre determinata la densità delle erbe infestanti su tutte le colture ed è stata confrontata nelle due strategie di lotta. Il numero di infestanti presenti nella strategia di lotta integrata sembra essere leggermente superiore rispetto alla strategia con diserbo chimico. Tuttavia queste differenze non sono risultate statisticamente significative.

Cipolla lotta integrata

Cipolla convenzionale

Carota lotta integrata

Carota convenzionale

Patata convenzionale

Patata lotta integrata

Figure 2, 3, 4, 5, 6 e 7 - Confronto tra le colture (patata, carota e cipolla) della tesi con lotta integrata (IWM) e della tesi di controllo con diserbo chimico (controllo)

PROVA SPERIMENTALE SU SISTEMI DI COLTIVAZIONE DEL MAIS IN MONOSUCCESSIONE

Questa prova sperimentale, avviata nel 2019, mira a studiare l'effetto di 4 sistemi di lavorazione del terreno sulla popolazione di infestanti nella monosuccessione di mais. Si tratta di una sperimentazione a lungo termine in cui sono testate due diverse varietà di mais, una normale e una precoce. Allo scopo sono messe a confronto due strategie di lotta alle malerbe: un sistema basato sul diserbo chimico e uno sul diserbo meccanico. La prova prevede 3 repliche.

Nel 2019 la campagna maidicola è partita in ritardo. All'inizio il clima era più freddo del normale e in estate è stato più caldo e secco del solito.

La resa in sostanza secca del mais insilato è stata determinata dopo la raccolta avvenuta il 18 settembre 2019. La cultivar a maturazione normale (P8057) ha ottenuto una resa migliore rispetto alla cultivar precoce (Joy), a prescindere dai fattori lavorazione e strategie di lotta alle malerbe (Figura 9). La resa in sostanza secca della cultivar

I				II			III			
A	D	E	C	E	A	C	E	C	D	A
19 M2-I	30 M2-I	50 M2-II	57 M1-II	79 M1-I	89 M2-II	108 M1-II	130 M2-I	140 M1-II	159 M1-I	179 M1-I
18 M2-II	28 M2-II	49 M2-I	56 M1-I	76 M1-II	88 M2-I	107 M1-I	129 M2-II	139 M1-I	157 M1-II	178 M1-II
15 M1-II	23 M1-II	44 M1-I	53 M2-I	74 M2-II	83 M1-II	104 M2-I	124 M1-I	135 M2-II	154 M2-I	175 M2-I
11 M1-I	21 M1-I	43 M1-II	51 M2-II	72 M2-I	82 M1-I	101 M2-II	121 M1-II	133 M2-I	152 M2-II	171 M2-II

Figura 8 - Schema della prova su mais presso l'Azienda sperimentale di Lelystad nel 2019

Codice	Descrizione delle tesi a confronto			
	Lavorazione principale	Preparazione del letto di semina	Metodo di semina	Remarks
A	Aratura primaverile a 25 cm	Erpice rotante	Semina standard	
C	Erpicatura a denti fissi	Motocoltivatore	Semina standard	
D	Erpicatura rotante a file	motocoltivatore a file	Semina in file	
E	Erpicatura a denti fissi	Nessuna (semina su sodo)	Semina diretta	
	Tipo di cultivar	Cultivar	Epoca di semina	Epoca di raccolta
M1	A media maturazione	P8057 (Pioneer)	Normale (prima settimana di maggio)	Normale (fine sett.-inizio ott.)
M2	Precoce	Joy (DSV)	Tardiva (quarta settimana di maggio)	Normale (fine sett.-inizio ott.)
			Lotta alle malerbe	
I			Convenzionale (dieserbo chimico)	No cover crop
II			Diserbo meccanico	No cover crop

Tabella 1 - Descrizione dei tre fattori considerati nella prova di lungo periodo sul mais. Fattori a confronto lavorazioni del terreno (A-E), cultivar utilizzata (M1-M2) e strategia di lotta alle malerbe (chimica o meccanica)

a maturazione normale appare più o meno simile confrontando le tesi relative a diverse lavorazioni e strategie di lotta. La resa in sostanza secca della cultivar precoce è più bassa nel caso di erpicatura a denti fissi senza preparazione del letto di semina (E) rispetto agli altri tre tipi di lavorazione. Una possibile spiegazione potrebbe consistere nelle condizioni sfavorevoli per la semina, considerando che questo tipo di lavorazione ha ottenuto una scarsa germinazione e successivamente un basso numero di piante.
In generale, la strategia con l'aratura e il diserbo chimico ha mostrato la minore presenza di infestanti in entrambe le cultivar di mais (Figura 10).
Tutti gli appezzamenti sono stati trattati con glifosate prima della semina. Successivamente il diserbo chimico prevedeva due trattamenti a dose ridotta di una miscela erbicida in entrambe le cultivar.
Il diserbo meccanico consisteva, per la cultivar precoce, in 2 strigliature e 4 sarchiature con finger weeder e per la cultivar più tardiva in 1 strigliatura e 3 sarchiature con finger weeder. In confronto agli altri anni la possibilità di eseguire la strigliatura nelle giovani piantine di mais è stata ostacolata dal clima secco e della presenza di zolle dure nel terreno. Per ovviare a questo problema è stata eseguita la sarchiatura più frequentemente. Nel caso della cultivar precoce, nella tesi (C), che prevede lavorazioni con erpice e denti fissi e erpice rotante, e nella tesi (D) con coltivatore a strisce è stata rilevata una maggiore presenza di infestanti nelle strategie con diserbo chimico rispetto a quelle con diserbo meccanico (Figura 10).
Per gli altri due tipi di lavorazione relativi alla cultivar precoce e per tutti i tipi di lavorazione relativi alla cultivar normale, la situazione rilevata è all'opposto.
Il sito sperimentale è visitato ogni anno da più di 1000 persone tra agricoltori, consulenti e amministratori. Le attività del progetto IWMPRAISE sono state illustrate ai visitatori durante numerose giornate aperte in campo con dimostrazioni sul diserbo meccanico, i trattamenti di precisione e presentazioni sulla lotta integrata alle malerbe.

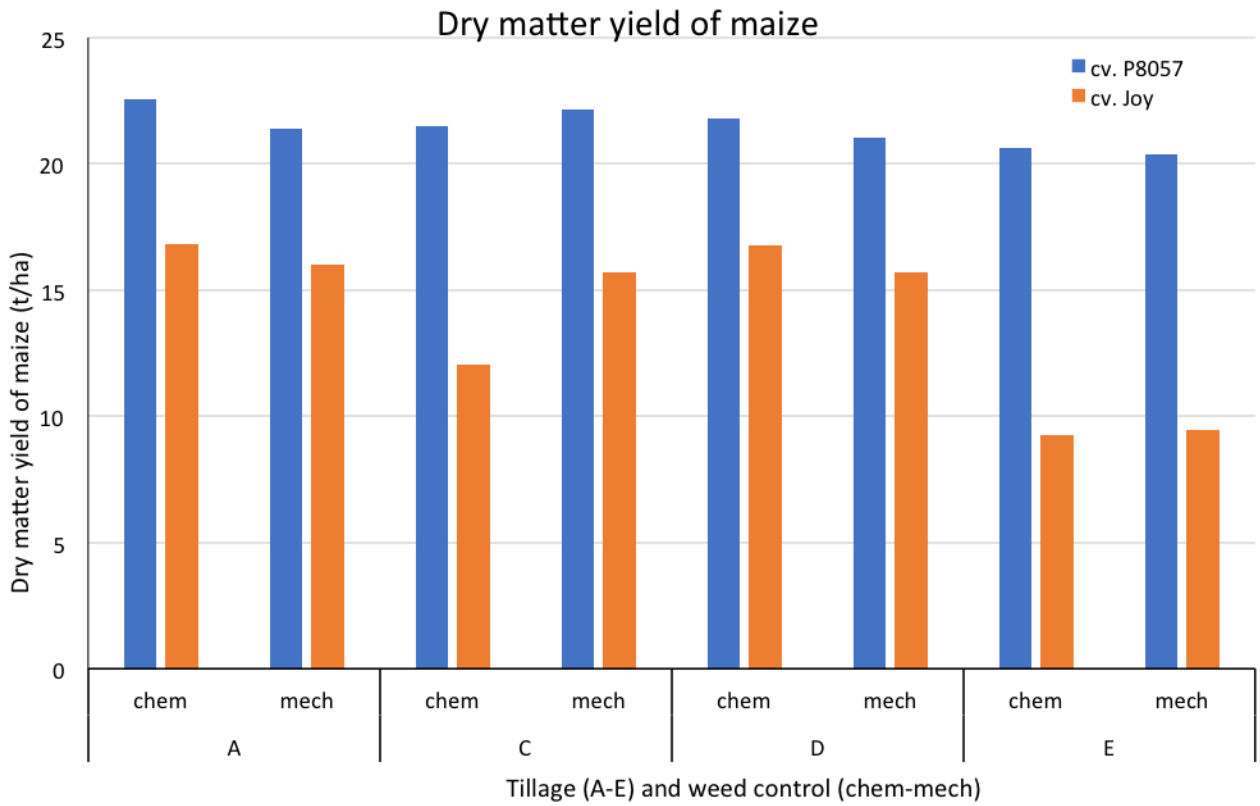


Figura 9 - Rese medie della sostanza secca di mais insilato per le tesi a confronto:
- strategia di lotta alle malerbe: chem = diserbo chimico e mech = diserbo meccanico
- lavorazioni: A-B-C-D-E (vedi descrizione in Tabella 1)
- cultivar: precoce (Joy, colonna arancione) e a maturazione normale (P8057, colonna azzurra)

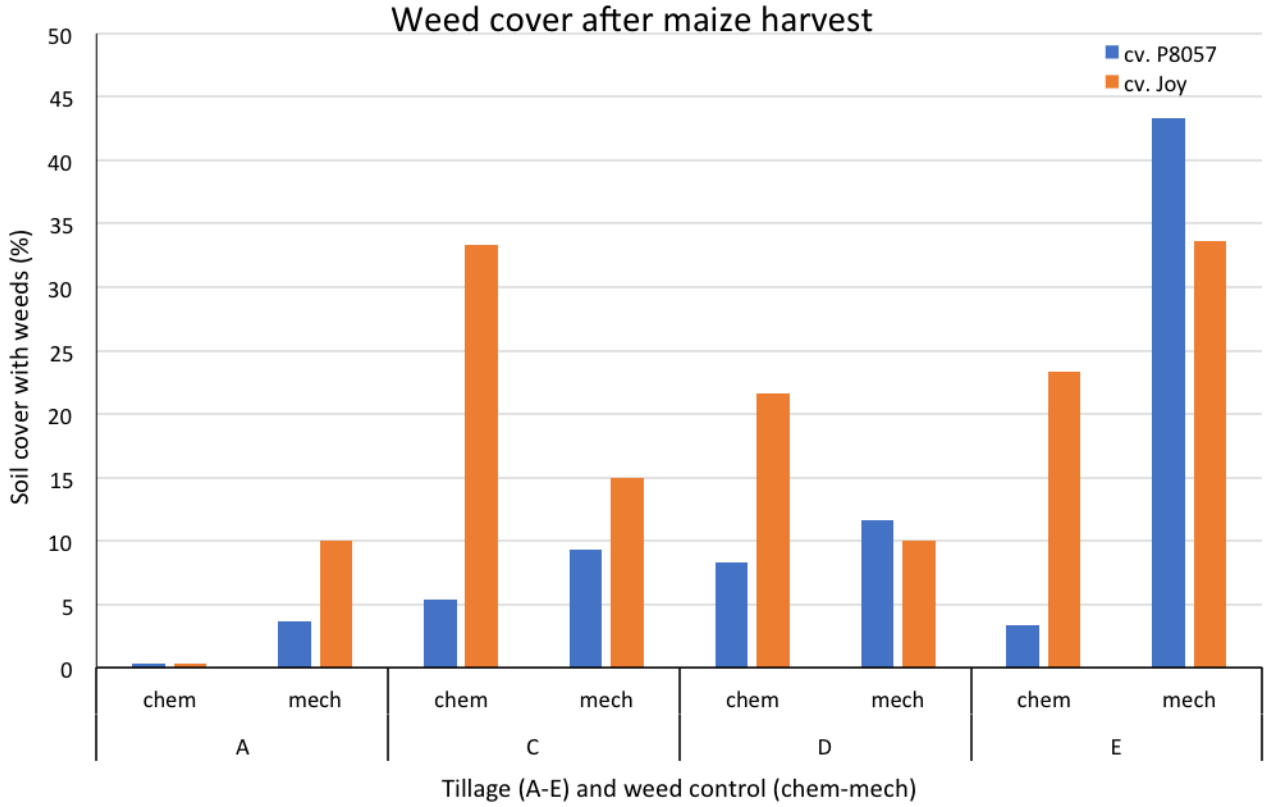
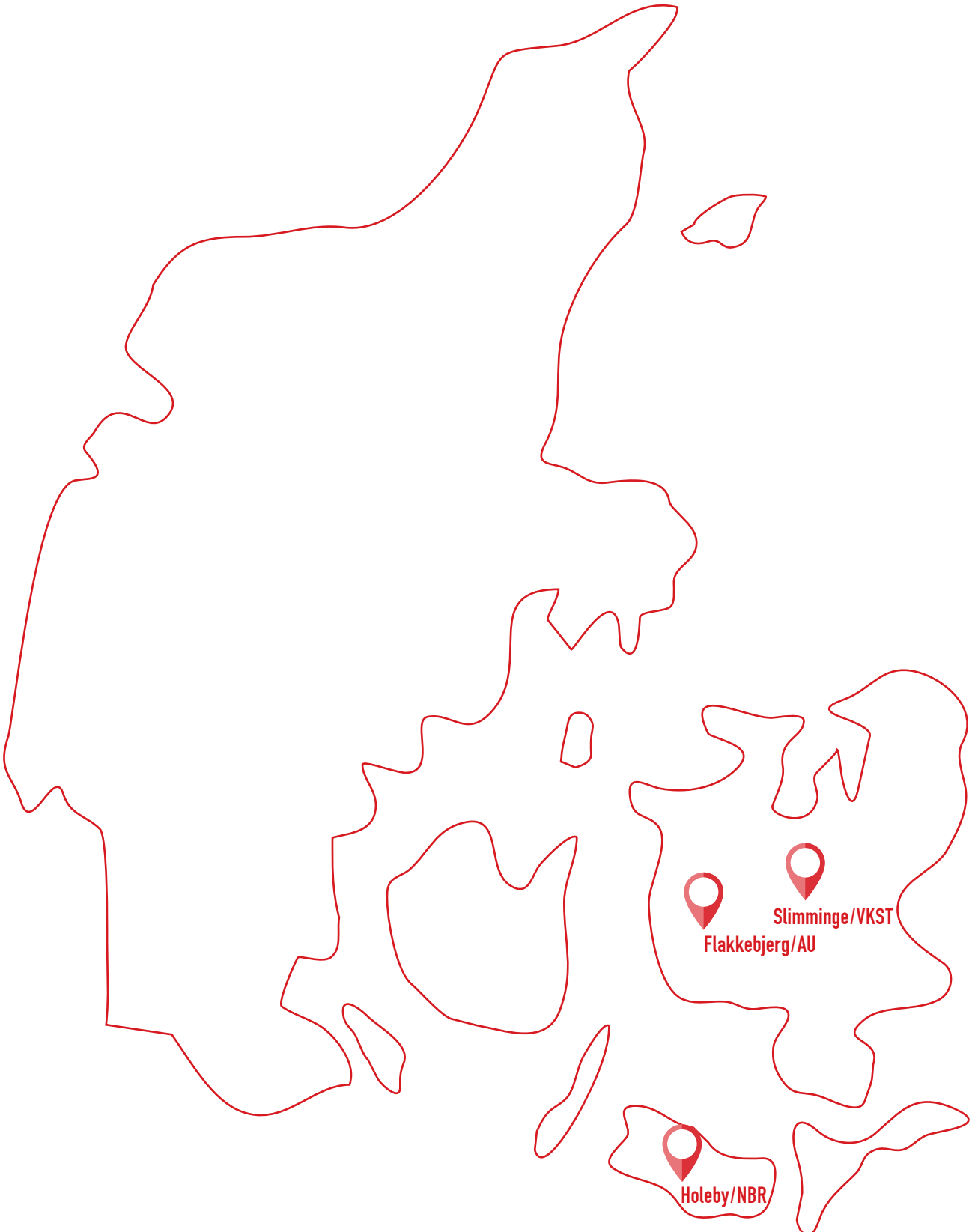


Figura 10 - Copertura media del suolo da parte delle specie infestanti (dicotiledoni e monocotiledoni) un giorno dopo la raccolta del mais (per la legenda vedi Figura 9)

Figure 11, 12, 13 e 14 - Immagini delle giornate aperte e dei seminari con visite guidate alle prove del progetto IWM-PRAISE nel 2019

DANIMARCA



PROVE SPERIMENTALI PRESSO L'UNIVERSITÀ DI AARHUS

AARHUS UNIVERSITY

Il Dipartimento di Agroecologia dell'Università di Aarhus è ubicato a sud della città di Slagelse nell'isola di Sjaelland. Il Dipartimento si occupa di ricerca nel settore dell'agroecologia studiando l'interazione tra gli ecosistemi vegetali, animali, umani e l'ambiente per la produzione agricola, energetica e la bioeconomia. La sua attività di ricerca, consulenza e insegnamento è mirata alla produzione e alla crescita sostenibile. Il sito sperimentale copre un'area di circa 200 ettari ed è adibito prevalentemente all'agricoltura tradizionale con qualche appezzamento utilizzato per prove di coltivazione biologica. Il suolo è di tipo sabbioso-limoso con un basso contenuto di sostanza organica. La popolazione di malerbe è costituita soprattutto da specie a foglia larga e da alcune graminacee, come Lolium, Alopecurus, Apera spica-venti *e* Poa annua.

Indirizzo:
Aarhus University
Forsøgsvej 1
4200 Slagelse - Denmark
e-mail: agro@au.dk
tel. +45 8715 0000

Per informazioni e visite guidate contattare:
Mette Sønderskov
e-mail: mette.sonderskov@agro.au.dk
tel. +45 8715 8231

WP3 – PROVE SPERIMENTALI SU FRUMENTO TENERO

Obiettivi

L'obiettivo principale è quello di combinare tra loro pratiche diverse di gestione delle infestanti in strategie di coltivazione del frumento tenero allo scopo di limitare la germinazione delle malerbe e inibirne l'emergenza e la crescita contribuendo alla riduzione dei diserbanti. Per dimostrare l'effetto delle lavorazioni del terreno la prova mette a confronto la non lavorazione con strategie che prevedono l'aratura. Sono inoltre previste combinazioni diverse di epoche di semina e di pratiche di gestione diretta delle malerbe.

Stagione 2018/19

La prova dimostrativa è stata ricollocata nella parte orientale dell'isola di Zealand e ospitata presso il VKST (Figura 1). VKST è una ditta indipendente di consulenza di proprietà di alcuni agricoltori della regione, fondata nel 2017 dalla fusione di DLS e GEFION, due ditte di consulenza in agricoltura. VKST offre una larga gamma di servizi di consulenza agli agricoltori, sia di tipo economico-contabile, sia in relazione alle tecniche colturali. La consulenza alle aziende agricole private è l'attività principale di VKST, ma svolge attività di campagna e di sperimentazione anche per conto di SEGES, il servizio nazionale di assistenza tecnica. VKST conduce prove sperimentali su nuove varietà, fertilizzanti e prodotti fitosanitari. VKST possiede una vasta area dedicata alle prove dimostrative ed è in grado di coinvolgere un ampio numero di agricoltori che operano con sistemi diversi: agricoltura convenzionale, conservativa e biologica. L'unità sperimentale di VKST è dotata di macchine e conoscenze tecniche per condurre prove sulle strategie più avanzate di gestione delle malerbe su frumento.

Le prove della stagione agraria 2018/19 hanno seguito sostanzialmente lo stesso schema della precedente campagna 2017/18. Il focus principale della sperimentazione era la data e la densità di semina combinate con diversi livelli di trattamento erbicida e di diserbo meccanico. Era stata definita anche una strategia di semina diretta, ma l'emergenza della coltura è risultata molto scarsa e in primavera questa strategia è stata abbandonata.

La popolazione di infestanti del nuovo sito sperimentale era principalmente formata da malerbe a foglia larga con abbondante presenza di piante spontanee di colza. Frequenti anche *Aethusa cynapium, Matricaria* spp., *Papaver rhoeas, Poa annua, Geranium pursillum, Viola arvensis, Galium aparine* e *Veronica* spp. Sono state osservate anche altre infestanti: *Lolium, Vulpia* e *Alopecurus*. In particolare la Vulpia è comparsa solo nella strategia a semina anticipata, ma la sua presenza era rada e probabilmente casuale.

Risultati 2018/2019

A giugno 2019 è stata rilevata la biomassa del cereale e delle infestanti riscontrando la pressione alquanto elevata delle malerbe nell'area di studio (150-300 g/m^2 di peso fresco) (Figura 3). Poiché lo schema sperimentale non permetteva delle effettive replicazioni, i campionamenti sono stati effettuati in 4 punti all'interno dei parcelloni per ciascuna strategia in parcelle di 0,25 m^2. L'elevata densità di semina (235 piante/m^2 presenti a novembre 2018) ha consentito di sopprimere meglio l'infestazione rispetto alla densità standard (163 piante/m^2 nello stesso periodo), mentre la semina anticipata

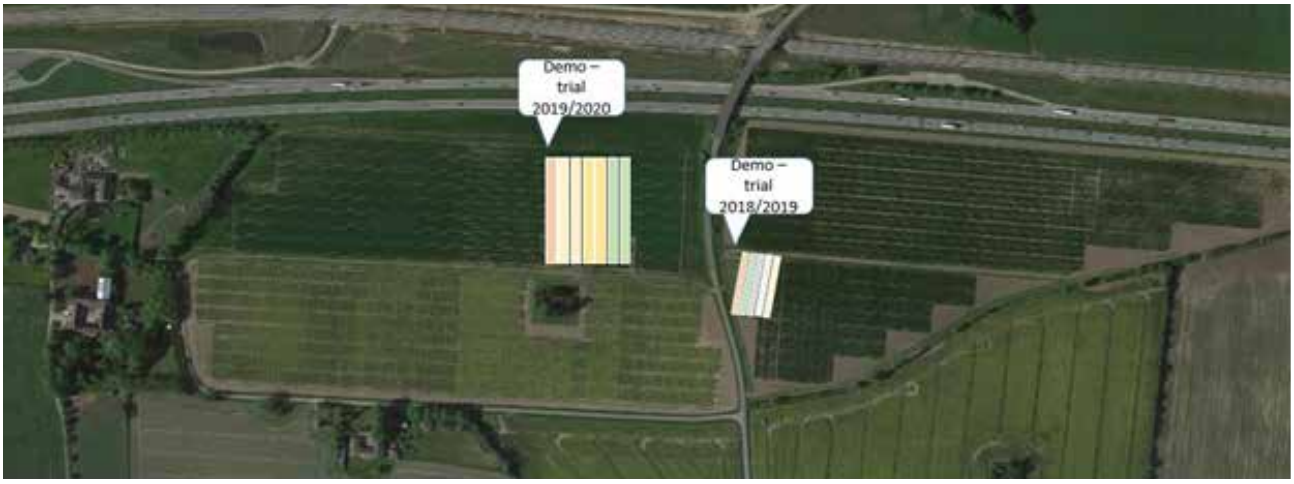


Figura 1 - Foto aerea del sito sperimentale che ospita la prova dimostrativa su frumento

	Strategia 1 5 m	Strategia 2 5 m	Strategia 3 5 m	Strategia 4 5 m	Strategia 5 5 m
	Controllo/standard	Semina ad alta densità	Aratura Semina anticipata	Semina diretta	Aratura No erbicidi
Lavorazione del terreno	Aratura come strategia 3	Aratura come strategia 3	Aratura	No aratura	Aratura come strategia 1
Epoca di semina	Semina normale	Semina normale		Semina normale	Semina tardiva (14 giorni dopo la norma)
Densità di semina	Standard	Standard + 50%	Standard	Standard	Standard
Larghezza interfila	Standard 12 cm	Standard 12 cm	Standard 12 cm	Standard 12 cm	File larghe 18-20 cm
Erbicidi	Trattamento standard autunnale allo stesso stadio vegetativo di strategia 3 Trattamento primaverile in base alle esigenze	Trattamento standard autunnale allo stesso stadio vegetativo di strategia 3 Trattamento primaverile in base alle esigenze	Trattamento standard autunnale Trattamento primaverile in base alle esigenze	Glifosate prima della semina No trattamento autunnale No trattamento in primavera	No trattamenti erbicidi
Diserbo meccanico	-	-	-	-	Sarchiatura primaverile in interfila

La paglia è stata trinciata e lasciata in campo prima dell'inizio della prova
L'aratura è stata eseguita lungo le direttrici delle parcelle sperimentali per evitare che venisse effettuata anche nelle parcelle della non lavorazione
È stata usata la stessa varietà di frumento in tutte le strategie
Sono stati eseguiti trattamenti fungicidi e insetticidi standard
Sono stati apportati fertilizzanti standard in tutte le strategie

Tabella 1 - Schema sperimentale della prova WP3 su frumento nella campagna 2018/2019

Figura 2 - Bordo tra una strategia a semina normale e una strategia a semina ritardata subito prima del trattamento erbicida nella strategia a semina normale

(119 piante/m^2 a novembre 2018) e la strategia standard hanno presentato la stessa pressione da parte delle malerbe. La strategia con il solo diserbo meccanico non ha avuto successo nel controllare le infestanti in quest'annata, a causa del ritardo con cui è stata effettuata la sarchiatura per le condizioni meteorologiche sfavorevoli in primavera. La quantità relativamente abbondante di infestanti presenti dopo il diserbo chimico in primavera era dovuta all'emergenza non simultanea delle malerbe e alle emergenze tardive che non avevano ricevuto il trattamento. In strategia standard e in quella ad alta densità di semina si era infatti deciso che non fosse necessario il diserbo chimico in primavera.

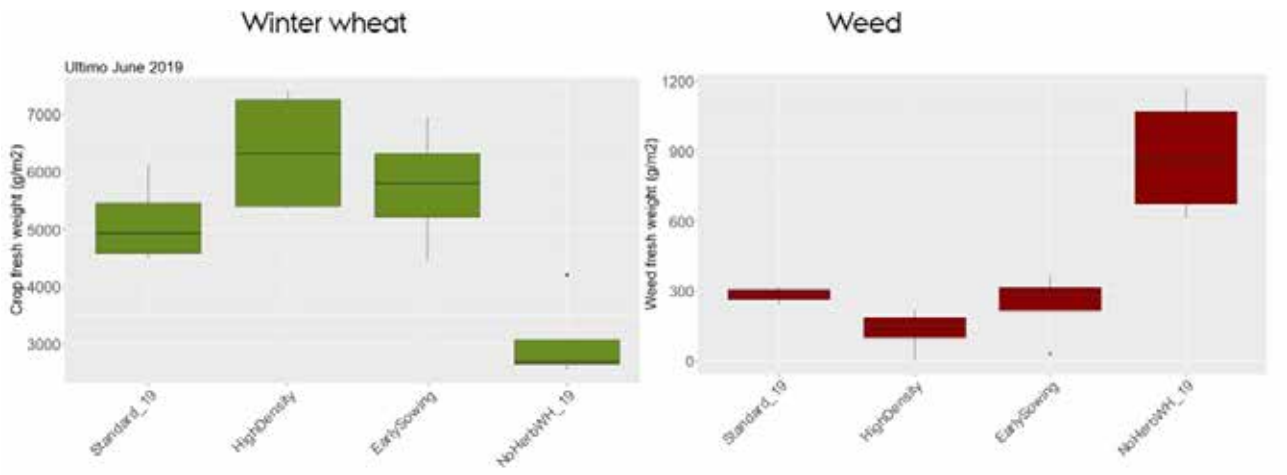


Figura 3 - Biomassa del frumento invernale (winter wheat) e delle infestanti (weed) in peso fresco a giugno 2019

Legenda
Standard_19: pratiche colturali standard con preparazione del letto di semina e semina a metà settembre dopo avere arato due settimane prima. Diserbo chimico standard in autunno in prossimità dell'emergenza della coltura.
HighDensity: aumento del 50% della quantità di seme, altre pratiche colturali come Standard_19.
EarlySowing: aratura e semina immediatamente dopo l'inizio di settembre. Trattamento erbicida in autunno come la strategia Standard_19 e trattamento primaverile dopo sopralluogo in campo.
NoHerbWH_19: semina tardiva a metà ottobre con maggiore distanza tra le file (25 cm), nessun diserbo chimico e sarchiatura primaverile in interfila

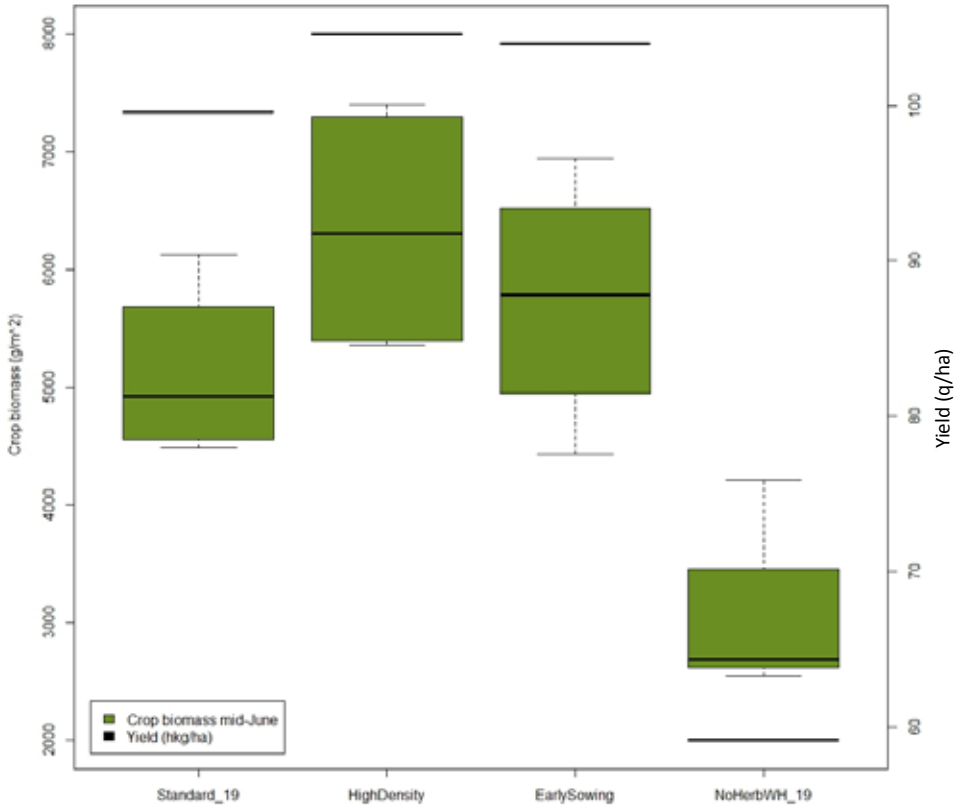


Figura 4 - Biomassa (colonne verdi, asse Y di sinistra) e resa (line nere orizzontali, asse Y di destra) del frumento invernale rilevate a giugno 2019. La resa è stata registrata come misura singola, pertanto non era possibile rilevare nessuna variazione. La resa era correlata alla biomassa campionata a giugno 2019 con differenze ancor più accentuate (tra le tesi)

	Strategia 1 10 m	Strategia 2 10 m	Strategia 3 10 m	Strategia 4 10 m	Strategia 5 10 m	Strategia 6 10 m	Strategia 7 10 m
	Riferimento/ Standard Frumento invernale	Aratura No erbicidi Frumento invernale	Aratura No erbicidi Frumento invernale	Aratura Trattamento sulla fila larga Frumento invernale	Aratura Trattamento sulla fila larga Frumento invernale	Non lavorazione Frumento invernale Cover crop prima del frumento	Non lavorazione Frumento primaverile Semina molto tardiva Fumento primaverile Cover crop prima del frumento
Lavorazione del terreno	Aratura	Aratura nello stesso periodo della Strategia 1	Aratura nello stesso periodo della Strategia 1	Aratura nello stesso periodo della Stategia 1	Aratura nello stesso periodo della Stategia 1	Semina diretta	Semina diretta
Epoca di semina	Epoca di semina normale	Epoca di semina normale	Semina tradiva (Normale+14 giorni)	Epoca di semina normale	Semina tardiva (Normale+14 giorni)	Semina tardiva (Normale+14 giorni)	Semina molto tardiva (Novembre)
Densità di semina	Standard	Densità maggiore nelle file	Densità maggiore nelle file	Densità maggiore nelle file	Densità maggiore nelle file	Aumentata	Aumentata
Larghezza della fila	Fila standard 12 cm	Fila larga 25 cm	Fila larga 25 cm	Fila larga 25 cm	Fila larga 25 cm	Fila standard 12 cm	Fila standard 12 cm
Erbicidi	Trattamento erbicida standard in autunno	No erbicidi	No erbicidi	Trattamento localizzato sulla fila con barra normale a bassa altezza Scelta di erbicidi standard in autunno	Trattamento localizzato sulla fila con barra normale a bassa altezza Scelta di erbicidi standard in autunno	Rimozione della cover crop con glifosate Trattamento primaverile se necessario in base a DSS* (CPO)	Rimozione della cover crop con glifosate Trattamento primaverile se necessario in base a DSS* (CPO)
Diserbo meccanico	-	Sarchiatura	Sarchiatura	Sarchiatura	Sarchiatura	-	-

Tabella 2 - Piano sperimentale per la stagione 2019/2020 per il frumento invernale

Nella strategia a semina anticipata il diserbo chimico era basato solo su una specie infestante (*Galium aparine*) presente in primavera e diverse altre specie sono comparse dopo il trattamento. Una scelta diversa degli erbicidi da usare avrebbe potuto essere più efficace su un numero maggiore di specie. Questo porta alla conclusione che per stabilire i trattamenti primaverili da effettuare sarebbe opportuno consultare un sistema a supporto delle decisioni.
Alla raccolta la resa è stata più elevata nella strategia ad alta densità di semina e nella strategia a semina anticipata, seguite dalla strategia standard. La contrazione della biomassa colturale alla raccolta è risultata ancora più evidente per la strategia con solo diserbo meccanico, dove la forte presenza di infestanti ha provocato una flessione sostanziale della resa. I precedenti anni di sperimentazione di questa strategia hanno fornito dei risultati migliori ed è stata ancora proposta nella campagna 2019/2020.

Stagione 2019/2020

La prova dimostrativa è stata avviata vicino alla precedente prova presso il sito sperimentale di VKST, ubicato nella parte orientale dell'isola di Zealand (Figura 1). Il piano sperimentale è stato definito tra i partner del progetto nel settembre 2019 in occasione del meeting del cluster nazionale danese.
In base alle osservazioni raccolte nelle campagne precedenti, la sperimentazione 2019/2020 si concentra sulle strategie a file larghe, sui trattamenti localizzati sulla fila e sul diserbo meccanico (Tabella 2), mentre la strategia standard rimane invariata. I dati 2018/2019 dimostrano che la strategia basata solo su diserbo meccanico dipende molto dalle buone condizioni meteorologiche e dalla scelta del momento più idoneo per la sarchiatura e anche per gli operatori più esperti le condizioni climatiche rappresentano un fattore limitante. Pertanto si è pensato di includere nel piano sperimentale delle strategie (strategie 2 e 3) in cui il diserbo meccanico è rinforzato dal trattamento localizzato sulla fila (strategie 4-5). Queste strategie si differenziano inoltre per la data di semina (una standard a metà

settembre e una ritardata a metà ottobre), mentre le strategie 6 e 7 prevedono una maggiore densità di semina al fine di ottimizzare la competitività della coltura in interfila. Nel 2018 le strategie a semina diretta hanno dato rese più elevate in condizioni climatiche molto secche. Nel 2019 l'attecchimento della coltura è stato insufficiente e la semina diretta è stata eliminata.
Il nuovo piano sperimentale comprende due strategie di non-lavorazione con cover crop seminate nell'autunno 2019 e semine dirette tardive in due epoche diverse utilizzando la macchina "Boss" della ditta Sly (https://www.slyfrance.com/en/boss/): la semina tardiva del frumento invernale a metà ottobre e la semina molto tardiva del frumento primaverile a metà novembre. La semina tardiva del frumento primaverile in autunno è una pratica che alcuni agricoltori hanno iniziato ad adottare nel momento in cui gli inverni sono diventati meno freddi e il rischio di danni da gelate è minore. Il frumento primaverile ha una resa potenziale più elevata con una semina molto ritardata rispetto al frumento invernale. Le cover crop sono state eliminate con un trattamento di glifosate in autunno prima della semina.

* DSS (Decision Support System) = Sistema a supporto delle decisioni

Partner responsabile per la prova dimostrativa delle annate 2018/19 e 2019/20:
VKST, Independent Agricultural Advisory service, www.vkst.dk, Fulbyvej 15, DK-4180 Sorø

Per ulteriori informazioni e visite guidate contattare:
Mette Sønderskov, tel. +45 87158231, e-mail: mette.sonderskov@agro.au.dk

WP4 – PROVE SPERIMENTALI SU BARBABIETOLA DA ZUCCHERO

Obiettivi

L'obiettivo è di combinare tra loro le pratiche di gestione delle malerbe in strategie di coltivazione della barbabietola da zucchero allo scopo di limitare la germinazione delle malerbe e inibirne l'emergenza e la crescita. Vengono utilizzate diverse combinazioni di diserbo meccanico e trattamenti diserbanti, compresa l'irrorazione localizzata sulla fila. È inoltre previsto l'impiego in una strategia al primo anno di una varietà di barbabietola tollerante agli erbicidi anti-ALS.

Campagna 2019

Nel 2019 la prova su barbabietola si è svolta presso i campi sperimentali del Nordic Beet Research (NBR) a Lolland, vicino a Holeby. NBR è un Centro di ricerca e sviluppo fondato dai bieticoltori e dall'industria saccarifera di Danimarca e Svezia. Il Centro contribuisce a migliorare la produzione attraverso la sperimentazione, l'innovazione, la divulgazione e l'attività dimostrativa. NBR funge inoltre da ponte tra la ricerca e portatori d'interessi del settore.
All'incontro del cluster nazionale, tenutosi presso il NBR nel febbraio del 2019 tra i partner danesi del WP4, è stato deciso di indirizzare la prova sui trattamenti localizzati sulla fila combinandoli con la sarchiatura. Poiché il 2018 è stato un anno anomalo, caratterizzato da temperature molto alte e da infestazioni di malerbe assai scarse, la strategia basata sull'uso di barbabietole tolleranti agli erbicidi anti-ALS è stata mantenuta allo scopo di confrontare i dati di due annate (Tabella 3).

Risultati 2019

I campionamenti sulla biomassa effettuati a giugno 2019 dimostrano che la biomassa della coltura trattata con localizzazione sulla fila e con una dose ridotta di erbicida ha registrato il valore più alto di peso fresco delle barbabietole, mentre le strategie standard, standard con trattamento sulla fila e ALS-tollerante hanno ottenuto biomasse inferiori (Figura 7). Le infestanti sono state meglio controllate nelle strategie standard e ALS-tollerante. In strategia 5 è stata utilizzata una fila di 37,5 cm di larghezza, molto più larga rispetto alla fila delle altre strategie (15 cm). La dose usata nei trattamenti sulle file delle barbabietole tolleranti agli erbicidi anti-ALS è stata quella indicata in etichetta ed è da considerare realistica per ottenere l'autorizzazione dalle autorità danesi (attualmente non autorizzata come trattamento sulla fila). Non è stato applicato

Figura 5 - Il sito sperimentale del Nordic Beet Research a Lolland

	Strategia 1	Strategia 2	Strategia 3	Strategia 4	Strategia 5
	Referimento/standard	Trattamento sulla fila con dose standard + sarchiatura	Trattamento sulla fila a dose ridotta + sarchiatura	Trattamento sulla fila con dose ridotta + sarchiatura/ finger weeder	Varietà ALS-tollerante + trattamento sulla fila e sarchiatura
Lavorazione del terreno	Aratura	Aratura	Aratura	Aratura	Aratura
Epoca di semina	15 aprile	15 aprile	15 aprile	15 aprile	15 aprile
Varietà	Daphne, KWS	Daphne, KWS	Daphne, KWS	Daphne, KWS	SMART Renja, KWS ALS-tollerante
Erbicidi	Programma di diserbo standard 3 trattamenti in totale 7,5 g triflusul-furon + 1120 g phenmedipham + 2100 g metamitron	3 trattamenti sulla fila di 15 cm toale per ha corrisponde a: 2,25 g triflusulfuron + 352 g phenmedipham + 630 g metamitron Nella fila stessa dose dello standard	2 trattamenti sulla fila di 15 cm totale per ha corrisponde a: 1,125 g triflusulfuron + 256 g phenmedipham + 420 g metamitron	2 trattamenti sulla fila di 15 cm totale per ha corrisponde a: 1,125 g triflusulfuron + 256 g phenmedipham + 420 g metamitron	2 trammenti sulla fila di 37,5 cm totale per ha corrisponde a: 175 g ethofumesate + 22e5 g foramsulfuron e 37,5 g thiencarbazone Entrambi i prodotti sono applicati 2 volte
Diserbo meccanico		3 sarchiature	3 sarchiature	2 sarchiature 1 finger weeder	3 sarchiature

Tabella 3 - Schema sperimentale della prova su barbabietola nel 2019

Figura 6 - Le strategie a confronto nel giugno 2019. Le strategie 1-4 utilizzano varietà tradizionali di barbabietola, mentre la strategia 5 utilizza una varietà tollerante agli erbicidi anti-ALS. A sinistra il controllo non trattato

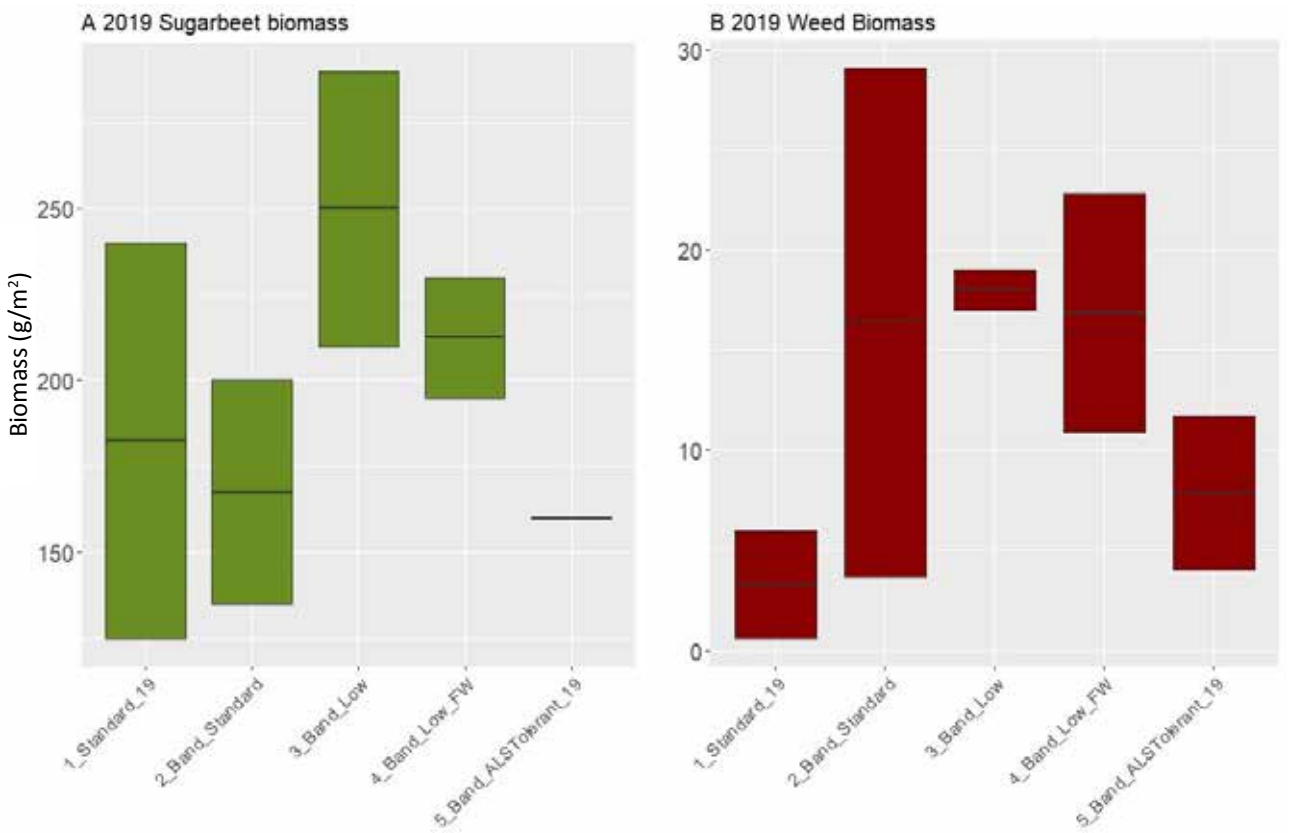


Figura 7 - Biomassa fresca della coltura (A) e delle infestanti (B) a giugno 2019 nelle 5 strategie.

Legenda
1_Standard_19 (strategia 1): standard.
2_Band_Standard (strategia 2): 3 trattamenti sulla fila con dosi uguali alla strategia 1 e 3 sarchiature.
3_Band_Low (strategia 3): 2 trattamenti sulla fila con dosi uguali alla strategia 1 e 3 sarchiature. 4_Band_Low_FW (strategia 4): 3 trattamenti sulla fila con dosi uguali alla strategia 1 e 3 sarchiature, delle quali 2 con finger weeder.
5_Band_ALSTolerant_19 (strategia 5): trattamenti localizzati su file più larghe e su barbabietole tolleranti agli erbicidi anti-ALS. Queste strategie sono descritte più in dettaglio in Tabella 3

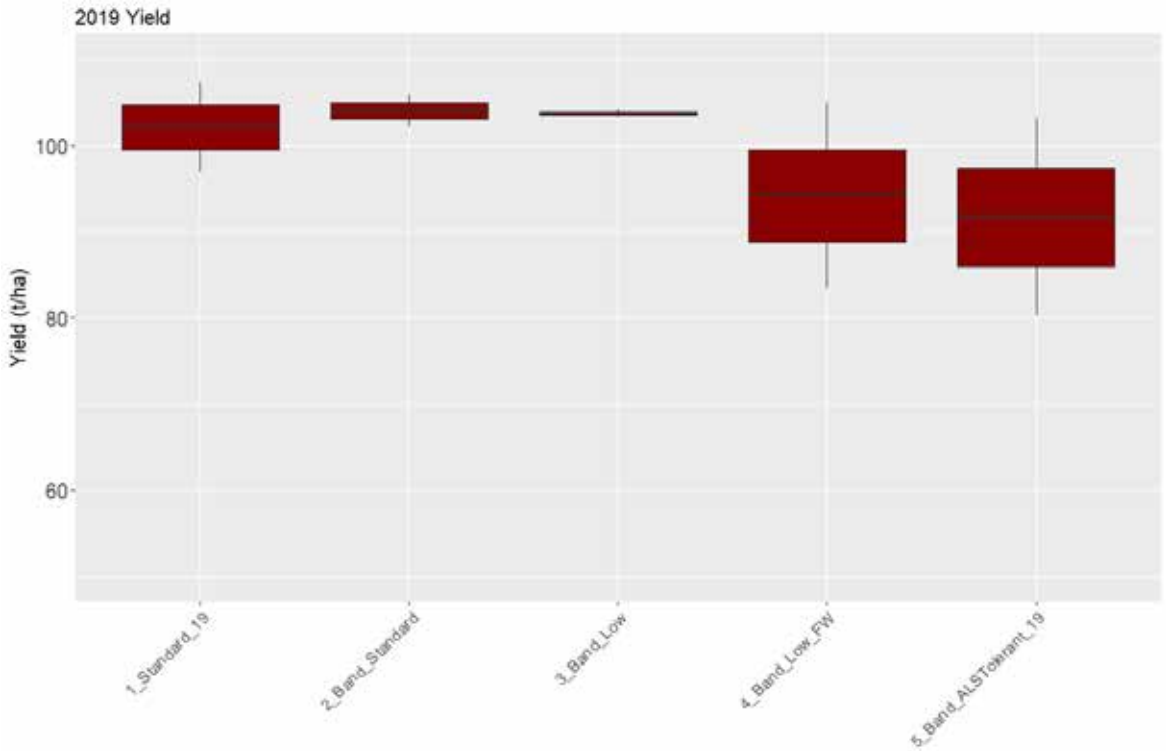


Figura 8 - Resa della barbabietola da zucchero nel 2019 per le 5 strategie a confronto. Le strategie sono descritte in didascalia di Figura 7 e in Tabella 3

	Strategia 1	Strategia 2	Strategia 3	Strategia 4	Strategia 5	Strategia 6	Strategia 7
	Riferimento/ standard	Trattamento sulla fila a dose ridotta + sarchiatura	Trattamento sulla fila a dose ridotta + sarchiatura + finger weeder	Trattamento su fila stretta a dose ridotta + sarchiatura + finger weeder ROBOTTI	Trattamento su fila stretta a dose ridotta + sarchiatura + finger weeder ROBOTTI/ROBOVATOR	Sarchiatura + finger weeder + zappatura intrafila	Sarchiatura + finger weeder + ROBOTTI/ROBOVATOR
Lavorazioni del terreno	Aratura	Aratura	Aratura	Aratura	Aratura	Aratura	Aratura
Epoca di semina	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale
Varietà	Selma KWS	Selma KWS	Selma KWS	Selma KWS	Selma KWS	Selma KWS	Selma KWS
Diserbo chimico	Programma erbicida standard con 3 trattamenti in totale 7,5 g triflusulfuron + 1120 g phenmedipham + 2100 g metamitron	2 trattamenti totale per ha corrisponde a: 1,125 g triflusulfuron + 256 g phenmedipham + 420 g metamitron	2 trattamenti totale per ha corrisponde a: 1,125 g triflusulfuron + 256 g phenmedipham + 420 g metamitron	2 trattamenti totale per ha corrisponde a: 0,6 g triflusulfuron + 137 g phenmedipham + 224 g metamitron	2 trattamenti totale per ha corrisponde a: 0,3 g triflusulfuron + 69 g phenmedipham + 112 g metamitron	No erbicidi	No erbicidi
Larghezza della fila	-	15 cm	15 cm	8 cm	8 cm	15 cm	8 cm
Diserbo meccanico	-	Tra le file 3 sarchiature	Tra le file 3 sarchiature + finger weeder al 2° e 3° passaggio	Tra le file 3 sarchiature + finger weeder al 2° e 3° passaggio	Sarchiatura combinata a finger weeder e lavorazione in infrafila con ROBOVATOR	Strigliatura combinata a sarchiatura, finger weeder e zappatura intrafila	Sarchiatura, finger weeder e lavorazione in infrafila con ROBOVATOR

La densità di semina è la stessa per tutte le strategie
Concimazione standard per tutte le strategie

Tabella 4 - Schema sperimentale della prova su barbabietola nel 2019

Figura 9 - La macchina automatizzata Robotti qui equipaggiata per la semina (foto presa da AgroIntelli http://www.agrointelli.com/robotti-electrical.html#rob.electr.)

Figura 10 - La macchina automatizzata Robovator è stata progettata per il diserbo meccanico, qui su lattuga (foto from Frank Poulsen http://www.visionweeding.com/robovator/)

alcun test statistico in merito. La principale specie di infestante presente in strategia 1 (standard) e in strategia 5 è stata la *Veronica* spp. Questa specie era presente in tutte le strategie, ma in strategia 2 (con 3 trattamenti localizzati sulla fila) la specie dominante era il *Polygonum convolvulus*. In strategy 3, *Veronica* spp., *Polygonum aviculare* e *Stellaria media* erano presenti in eguale misura. In strategia 4 il *Raphanus sativus* var. *oleiformis* è stata la specie più frequente, seguita da *Veronica* spp. Questi dati indicano che le strategie a confronto hanno avuto effetti diversi sulle specie di infestanti.
Le differenze di resa osservate a giugno 2019 non sono state così evidenti alla raccolta, considerando che le strategie 1-2-3 hanno dimostrato rese simili (Figura 8). La strategia 4, che prevede la sarchiatrice finger weeder, e la strategia 5, che utilizza barbabietole tolleranti agli erbicidi anti-ALS, hanno ottenuto rese più basse. Non sono stati osservati danni alla coltura nell'impiego del finger weeder, ma a fine campagna vi sono state un po' più di malerbe rimaste fino a tarda stagione, e poiché le barbabietole da zucchero sono molto sensibili alla competizione delle malerbe si ritiene sia questa la causa della riduzione di resa. Inoltre le barbabietole tolleranti agli erbicidi anti-ALS generalmente producono una resa inferiore.
Le strategie sono state valutate positivamente e non ci sono stati problemi nel diminuire la quantità di erbicidi delle strategie 1-2-3 combinando i trattamenti con le sarchiature. Queste strategie sono state pertanto incluse nella sperimentazione 2020. La varietà tollerante agli erbicidi anti-ALS era presente nei primi due anni di sperimentazione con il trattamento localizzato sulla fila. Questa strategia si sta rivelando fattibile per l'uso di queste tipologie di barbabietole, ma avendo già ottenuto risultati ragionevolmente positivi nei primi due anni di sperimentazione, tale strategia non sarà più inclusa nella sperimentazione 2020.

Annata 2020

Sulla base dell'esperienza acquista nei primi due anni di sperimentazione, è stato definito un piano sperimentale nel corso di un incontro online del cluster nazionale del progetto IWMPRAISE tenutosi a marzo 2020 tra i partner danesi. La prova sperimentale è prevista presso un'azienda agricola privata a una scala più grande rispetto al 2019 allo scopo di ottenere una stima migliore dell'efficienza delle tecniche agronomiche adottate. La prova sarà realizzata presso i campi sperimentali di NBR (vedere sotto per contatti).
Il piano sperimentale (Tabella 4) recupera dal 2019 le strategie 3 e 4, ora denominate strategie 2 e 3. La strategia standard (strategia 1) resta invariata. Strategie simili alla 2 e 3 del 2019 sono rappresentate dalle strategie 4 e 5 ma con l'uso della macchina automatizzata Robotti (Figura 9), che consente di lavorare su file più strette (8 cm). Il Robotti è una macchina porta-attrezzi, cioè che lavora essenzialmente come una normale irroratrice o sarchiatrice, ma con una precisione maggiore e con una fila più stretta. Sono inoltre incluse nel piano sperimentale due strategie di coltivazione biologica. La strategia 6 prevede la sarchiatura, l'uso del finger weeder e della zappatura sulla fila, mentre la strategia 7 utilizza un'altra macchina automatizzata, il Robovator prodotto da Frank Poulsen (Figura 10). In queste due strategie l'intensità e l'efficienza del diserbo meccanico saranno valutate in base

Tabella 5 - Schema sperimentale della prova WP7 nel 2019

Figure 11 e 12 - Semina su sodo

Figura 13 - Fava seminata su sodo

all'emergenza delle infestanti. Il Robovator è guidato da una videocamera che utilizza un software per il riconoscimento della barbabietola da zucchero consentendo la gestione delle malerbe sia in interfila che in intrafila.

Partner responsabile per la prova dimostrativa nel 2018/19 e 2019/20:
Nordic Beet Research
Sofiehøj
Højbygaardvej 14
4960 Holeby – Danimarca
e-mail: info@nordicbeet.nu
tel. +45 5469 1440

Per ulteriori informazioni e visite guidate contattare:
Mette Sønderskov, tel. +45 8715 8231
e-mail: mette.sonderskov@agro.au.dk

WP7 – GESTIONE DELLE INFESTANTI NEL PERIODO DI TRANSIZIONE DA CONVENZIONALE A SODO

Considerando la volontà degli agricoltori danesi di ridurre i costi di produzione dei seminativi, la lavorazione ridotta è una delle opzioni più importanti a disposizione. Il passaggio dalla lavorazione profonda con inversione degli strati alla lavorazione senza inversione comporta diverse implicazioni, tra le quali le più preoccupanti sono una minore stabilità della resa e un aumento del consumo di pesticidi. Precedenti ricerche ed esperienze pratiche hanno spesso dimostrato che le infestanti erbacee annuali, l'attaccamani (*Galium aparine*) e le infestanti perenni come la gramigna (*Elytrigia repens*) e il cardo campestre (*Cirsium arvense*) possono provocare notevoli problemi di infestazione nei sistemi di lavorazione senza inversione.
In Danimarca molti risultati ed esperienze con problemi di infestazione sono stati riscontrati in sistemi di lavorazione senza inversione dove la lavorazione principale è una strigliatura eseguita a profondità diverse prima della semina. Le informazioni in merito alla semina diretta e all'agricoltura conservativa sono ancora scarse, tuttavia questi sistemi stanno riscuotendo un interesse crescente.
La diversificazione della rotazione colturale è un prerequisito per la corretta gestione dei sistemi di lavorazione senza inversione e questo elemento sembra essere accettato dalla maggioranza degli agricoltori che adottano tali sistemi. In questo senso la diversificazione deve prendere in considerazione:

- la stagione vegetativa della coltura (autunno, inizio autunno, primavera, tarda primavera);

Figura 14 - Frumento seminato su sodo

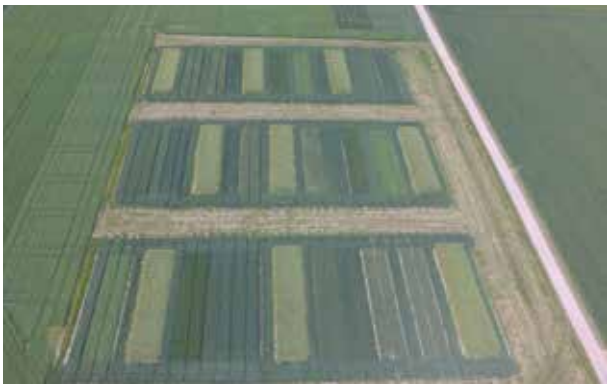


Figura 15 - Parcelle della prova WP7 a Flakkebjerg

Figura 16 - Rigoglioso campo di fava nel sistema CA

- se la coltura è a foglia larga oppure una monocotiledone;
- la lunghezza del periodo di accrescimento (coltura annuale oppure perenne);
- se la coltura è a file larghe (ad es. mais, barbabietola da zucchero) oppure a file strette (cereali, leguminose, ecc.).

È inoltre necessario ottenere ulteriori dati e informazioni sul controllo delle malerbe riducendo l'uso degli erbicidi nel momento in cui si passa dai sistemi di coltivazione tradizionali all'agricoltura conservativa o ad altri regimi con lavorazioni senza inversione.

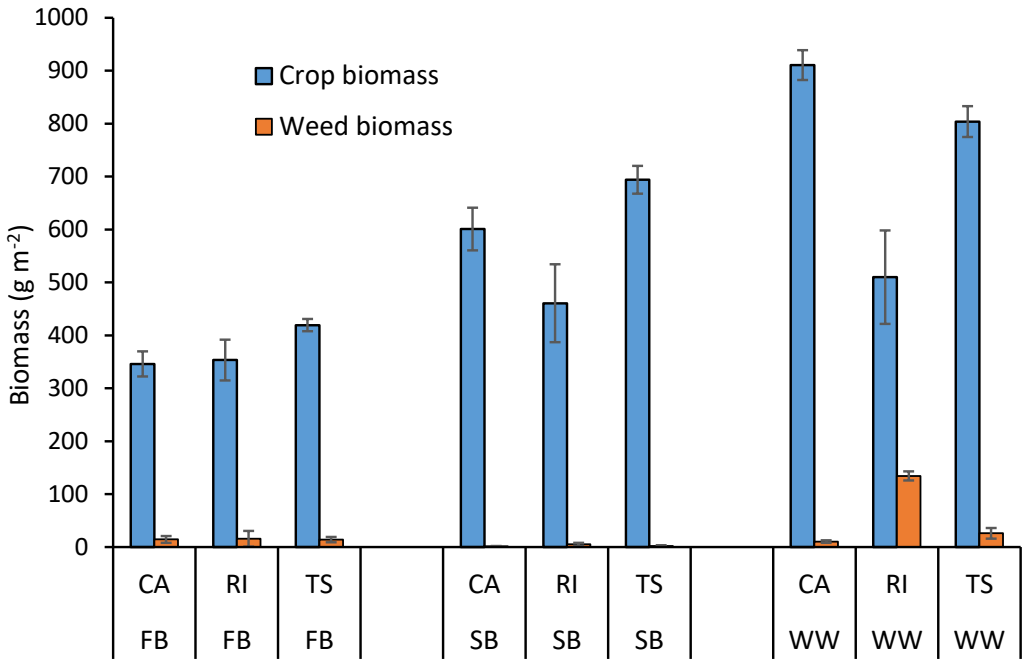


Figura 17 - Biomasse della coltura e delle infestanti (sostanza secca) rilevate nel tardo giugno 2019 per la fava (FB), l'orzo primaverile (SB) e il frumento invernale (WW) nei 3 sistemi di coltivazione CA, RI e TS

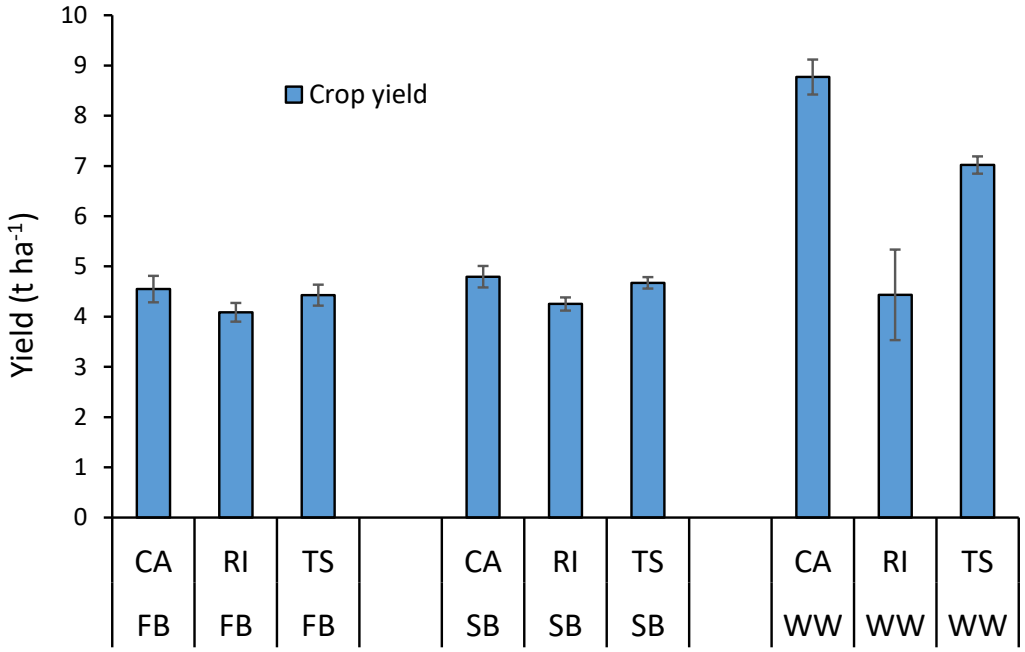


Figura 18 - Rese colturali nel 2019 per fava (FB), orzo primaverile (SB) e frumento invernale (WW) nei 3 sistemi di coltivazione CA, RI e TS

Obiettivi

Le tecniche alternative utilizzate allo scopo di minimizzare il ricorso agli erbicidi nella fase di transizione dai sistemi basati sull'aratura profonda ai sistemi con lavorazione senza inversione possono essere di due tipi:

1) utilizzo di una strigliatura prima della semina;
2) agricoltura conservativa.

La prova sperimentale si propone di studiare una situazione in cui è stata diversificata la rotazione con particolare riferimento alle tecniche che consentono di ridurre la quantità di erbicidi utilizzati per ogni coltura.

Materiali e metodi

Le tesi a confronto sono organizzate secondo uno schema split-plot con 3 ripetizioni. Il fattore principale è il sistema di coltivazione e i fattori secondari sono le singole colture all'interno della rotazione triennale. Tutte le colture della rotazione sono coltivate ogni anno al fine di eliminare gli effetti di disturbo tra l'andamento climatico e la coltura presente in campo. Lo schema scherimentale della prova è contenuto in Tabella 5.

Sistemi colturali

TS = sistema tradizionale con aratura profonda e utilizzo normale di erbicidi
RI = sistema di lavorazione senza inversione con uso ridotto di erbicidi
CA = agricoltura conservativa con uso ridotto di erbicidi

Rotazione colturale

TS = frumento invernale (WW) → orzo primaverile (SB) → fava (FB) →
RI = frumento invernale (WW) → orzo primaverile (SB) → fava (FB) →
CA = frumento invernale (WW) → orzo primaverile (SB) → fava (FB) →

La rotazione colturale triennale prevede che tutte le colture siano presenti ogni anno in ogni sistema colturale. Con 3 sistemi, 3 colture e 3 blocchi il numero totale di parcelle è pari a 27. La prova è iniziata nell'autunno 2017 e le prime colture sono state raccolte nel 2018.

Lavorazioni

TS = lavorazione del terreno alla profondità di 8-12 cm prima della semina usando un erpice Horsch Terrano
RI = semina diretta di fava e orzo. Per quanto riguarda il frumento: strigliatura a 5-8 cm appena dopo la raccolta della fava usando un erpice Horsch Terrano, successiva lavorazione per creare una falsa semina fino alla semina del frumento. Questa è ritardata di circa 10 giorni rispetto all'epoca di semina del frumento nei sistemi TS e CA
CA = semina diretta per tutte le colture

Cover crops

TS, RI e CA = si utilizzano cover crops (CC) nel periodo tra il frumento e l'orzo e tra l'orzo e la fava usando

Figura 19 - Nel sistema di coltivazione RI la lotta alle malerbe su frumento si è rivelata inefficace

miscugli che notoriamente hanno un effetto inibente sulle infestanti

Controllo delle infestanti
TS = glifosate applicato prima della strigliatura, in caso di colture a semina primaverile viene applicato in primavera. Successivo uso di erbicidi selettivi in base alle necessità
RI = niente glifosate prima del frumento, uso di glifosate in primavera prima della coltura a semina primaverile. Erbicidi selettivi su orzo e frumento in base alle necessità. La sarchiatura in interfila può essere presa in considerazione per i cereali. Per la fava si tende a sostituire i trattamenti chimici con le lavorazioni in interfila e l'erpicatura
CA = glifosate prima della semina diretta, applicato in primavera prima delle colture a semina primaverile. Successivo uso di erbicidi selettivi ma a dosi ridotte

Valutazioni
Per ogni parcella è stato rilevato il contenuto dei semi infestanti prima dell'avvio della prova sperimentale.
Per tutte le colture e i sistemi a confronto è stata stimata l'emergenza delle malerbe e la loro biomassa rimasta dopo i trattamenti erbicidi a fine giugno. Sono state contate le piante della coltura in campo e valutate le rese ottenute.

Sede della prova

La prova sperimentale è ubicata su terreno sabbioso-limoso presso il Centro di Ricerca di Flakkebjerg (55o20'N, 11o23'E) (Figura 15).

Risultati 2019

Il 2019 è stato il secondo anno di sperimentazione. Le due colture seminate in primavera, ovvero la fava (Figura 16) e l'orzo estivo, hanno ben attecchito in tutti e tre i sistemi: CA, RI e TS. Le cover crop seminate in autunno 2018 sono sopravvissute all'interno delle due colture primaverili seminate nel 2019. In particolare, le cover di rafano da foraggio e l'orzo primaverile spontaneo (riseminato) non sono stati danneggiati dal gelo durante il mite inverno 2018/19 e la dose di 540 g/ha di glifosate in pre-semina non ha ucciso completamente la cover crop. Questi "sopravvissuti" non hanno comunque rappresentato un grosso problema durante la stagione vegetativa; le biomasse di infestanti sono state generalmente scarse e le rese della coltura sono risultate simili nei 3 sistemi, come si evince dalle Figure 17 e 18.
L'indice di frequenza dei trattamenti (TFI) relativo all'uso di erbicidi selettivi sull'orzo è stato pari a 1,65 per i sistemi CA e TS e inferiore del 30% per il sistema RI (TFI 1,15). Il TFI è risultato 1,56 nella fava per i sistemi CA e TS e inferiore del 50% per il sistema RI (TFI 0,78). Era prevista una sarchiatura in interfila nel sistema RI come ultimo intervento programmato di lotta alle malerbe, ma i residui colturali hanno

ostacolato la sarchiatrice rendendone impossibile l'utilizzo.
Su frumento invernale il controllo delle malerbe è risultato efficace nel sistema CA (Figura 17) perché il trattamento primaverile con 20 g di metsulfuron-methyl/ha ha consentito di eliminare l'estesa crescita delle infestanti sopravvissute al trattamento autunnale con glifosate in pre-semina. L'impiego autunnale di erbicidi selettivi nel sistema TS è stato quasi efficace quanto quello primaverile in CA (Figura 17). Il sistema TS ha comunque ottenuto una resa significativamente inferiore rispetto a CA (Figura 18).
Nel sistema RI non sono stati usati erbicidi selettivi e la lotta alle malerbe è stata fatta solo con mezzi non chimici: la falsa semina e la semina tardiva in autunno seguita dalla sarchiatura in interfila e da un'erpicatura primaverile. Questa strategia è risultata chiaramente fallimentare, come si può dedurre dalle Figure 17, 18 e 19.
In conclusione, nel 2019 il tentativo di ridurre l'input di erbicidi ha avuto successo nel sistema RI solo per le due colture primaverili, mentre è fallito per il frumento invernale. Ciò dimostra quanto sia difficile ridurre gli erbicidi nella fase di transizione dai sistemi basati sulla lavorazione con inversione ai sistemi senza inversione.

Sviluppi futuri

L'esperimento continuerà per tutta la durata del progetto IWMPRAISE, almeno fino al 2022. Lo sviluppo di colture e infestanti sarà rilevata in continuo come pure la quantità di erbicidi applicata alle colture. L'andamento nello sviluppo di infestanti e colture sarà divulgato agli agricoltori danesi e la prova sarà oggetto di visite guidate.

Per ulteriori informazioni contattare:

Bo Melander
Aarhus University
Department of Agroecology
Research Centre Flakkebjerg
DK-4200 Slagelse - Danimarca
e-mail: bo.melander@agro.au.dk
cell. +45 2228 3393

ISBN 978-88-6337-243-4
9 788863 372434