

● SPERIMENTAZIONE TRIENNALE NELL'ALTA PIANURA EMILIANA

I tanti vantaggi agroecologici delle cover crop

di P. Mantovi, F. Ruozzi,
V. Tabaglio, R. Boselli,
M. Guareschi, F. Arfini,
S. Pignedoli

L'azienda agricola Ciato, localizzata nell'alta pianura emiliana su suoli alluvionali della conoide del fiume Parma, è dedicata alla coltivazione di cereali, proteaginosi e foraggi.

Le pratiche agronomiche convenzionali condotte in azienda negli ultimi decenni hanno causato una riduzione del tenore di sostanza organica dei terreni, con conseguenti effetti negativi sulla loro lavorabilità e fertilità; nel contempo l'infestazione dovuta ad alcune malerbe particolarmente ostiche ha preso sempre più piede e si è cronicizzata.

Con il fine di contrastare queste problematiche, il Piano di innovazione «Cover agroecologiche - Colture di copertura per l'incremento della sostanza organica del suolo e il contenimento delle malerbe» finanziato dal Psr 2014-2020 dell'Emilia-Romagna ha previsto lo sviluppo di sistemi innovativi di agricoltura conservativa fondati sull'impiego di cover crop (colture di copertura).

Tra i compiti agronomico-ambienta-

Le cover crop permettono di produrre sostanza organica utile alla fertilità e funzionalità del suolo e di contribuire al recupero e riciclo di nutrienti. Nello specifico, quella a base di senape e facelia ha presentato i minori costi, generato il maggior incremento delle rese nel triennio e il più alto livello di sequestro di carbonio

li delle colture di copertura si citano, ad esempio:

- stabilizzazione della struttura del suolo grazie all'azione delle radici che creano macroaggregati;
- produzione e accumulo di sostanza organica;
- captazione e riciclo dei nutrienti e conseguente riduzione delle perdite di nitrati;
- incremento dell'attività biologica del suolo e della biodiversità;
- contrasto all'infestazione da malerbe.

Risultati produttivi

È risultato possibile coltivare su sodo le colture primaverili-estive, con risultati produttivi alterni, piuttosto buoni per il mais e più scarsi per la soia,

che ha subito infestazioni di limacce che hanno caratterizzato l'avvio della coltivazione.

Nell'arco del triennio si è notata una crescente «propensione» del terreno a ospitare le coltivazioni su sodo e in effetti le migliori produzioni sono state ottenute al terzo anno (tabella 1).

Le determinazioni condotte sia sulle cover crop sia alla raccolta delle coltivazioni primaverili-estive, con quantificazione delle produzioni per ciascuna parcella e prelievo di campioni per le analisi di laboratorio, hanno permesso di redigere un bilancio dell'azoto per il triennio di prove i cui valori aggregati vengono riportati nella tabella 2.

A fronte di differenze tra apporti di azoto e asportazioni dovute a gra-



Foto 1 Terminazione di cover con senape bruna e facelia per mezzo di roller crimper

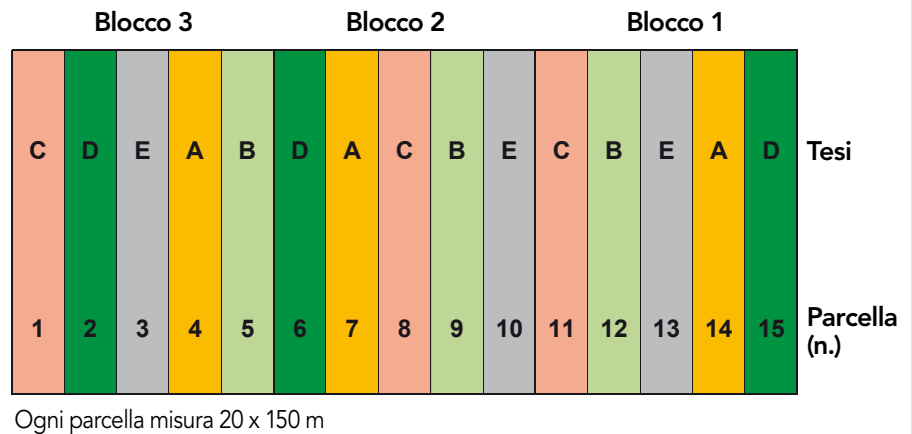
Come è stata impostata la sperimentazione

È stata avviata e condotta una prova agronomica della durata di tre anni (2017-2019) impiegando diverse cover crop in un sistema di agricoltura conservativa con semine su sodo (no tillage), mettendo a confronto le seguenti 5 tesi, ciascuna ripetuta 3 volte, in uno schema sperimentale a blocchi randomizzati (figura A):

- **tesi A:** cover crop autunno-vernina base senape-facelia;
- **tesi B:** cover crop autunno-vernina base loiessa-trifoglio;
- **tesi C:** cover crop autunno-vernina base segale multicaule;
- **tesi D:** cover crop autunno-vernina base leguminose (erba medica e annuali come vecchia e trifoglio);
- **tesi E:** nessuna coltura di copertura (test senza cover crop).

La rotazione condotta ha previsto mais e soia come colture da reddito, primaverili-estive per le quali era maggiormente manifesta l'infestazione da maderbe che si era cronicizzata nell'Azienda Ciato.

FIGURA A - Schema sperimentale a blocchi randomizzati della prova agronomica condotta presso l'Azienda agricola Ciato



Sono stati coltivati:

- 2017 e 2019, mais da granella (varietà Kamponi, classe FAO 250),
- 2018, soia (varietà Meridian PZO, gruppo 00).

Le cover crop autunno-vernine sono state seminate ogni anno (2016, 2017, 2018) a fine estate, in precessione alle

colture primaverili-estive, e per questo terminate nel mese di marzo con l'impiego di un erbicida disseccante in precessione al mais e nel mese di aprile in precessione alla soia, in questo caso in parte con un erbicida disseccante e in parte con roller crimper (foto 1). ●

nelle, variabili tra 140 e 230 kg/ha nel triennio, i residui colturali lasciati in campo (foglie, stocchi e tutoli di mais, foglie e fusti di soia) hanno permesso un «riciccolo» di circa 130-160 kg/ha e le cover crop sino a oltre 100 kg/ha. A questi quantitativi è da aggiungere l'azoto apportato naturalmente con

la fissazione simbiotica delle leguminose, che però non è stato stimato.

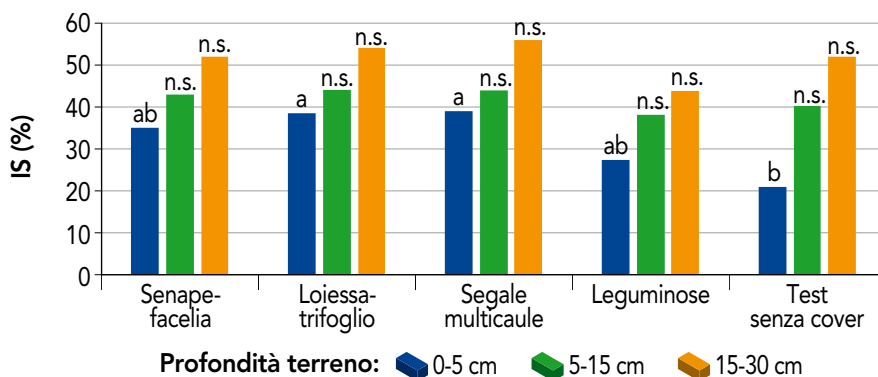
Qualità del suolo

Il terreno dell'Azienda agricola Ciato, franco-argilloso, all'inizio del periodo di prova presentava un tenore di sostanza

organica (so) che, in funzione del contenuto di argilla (31%), lo faceva classificare come «scarsamente dotato» (1,9%).

La dotazione di macroelementi (NPK) era invece buona. Il discreto contenuto di sabbia (34%) mentre da un lato ne facilita l'arieggiamento e il drenaggio, dall'altro favorisce i processi di ossida-

GRAFICO 1 - Indice di stabilità strutturale (IS%) del terreno alla fine del triennio di prova (2019)



IS (%) = percentuale di macroaggregati (diametro 1-2 mm) che non vengono degradati in acqua. A lettere diverse corrispondono valori statisticamente differenti, secondo il test di Tukey (p < 0,05). n.s. = non significativo.

Le cover crop a base di graminacee (segale e loiessa-trifoglio), dotate di un ampio apparato radicale fascicolato, hanno evidenziato un maggior incremento dell'indice di stabilità strutturale (+65%) rispetto al testimone senza cover.

TABELLA 1 - Rese di granella di mais e di soia a umidità commerciale (t/ha al 14% u.r.)

Tesi (†)	Mais granella (2017)	Soia (2018)	Mais granella (2019)
A - Senape-facelia	8,74	2,21	10,32
B - Loiessa-trifoglio	8,38	2,33	10,83
C - Segale multicaule	10,40	2,02	10,88
D - Leguminose	9,54	2,95	10,00
E - Test senza cover	10,43	2,99	11,01

(†) Vedi figura A nel riquadro «Come è stata impostata la sperimentazione» in alto.

Nell'arco del triennio si è notata una crescente «propensione» del terreno dell'Az. agr. Ciato a ospitare le coltivazioni su sodo e in effetti le migliori produzioni sono state ottenute al terzo anno.

zione a carico della sostanza organica, a scapito di quelli di umificazione.

Per valutare gli effetti dell'agricoltura conservativa abbinata alla coltivazione delle cover crop sulla qualità del suolo sono stati presi in considerazione e analizzati diversi parametri della fertilità: indicatori fisici (indice di stabilità strutturale) e chimici (sostanza organica), determinati per gli strati 0-5, 5-15 e 15-30 cm, oltre a indici di fertilità biologica come QBS-ar e numero di lombrichi per m², determinati rispettivamente nei primi 10 e 20 cm di terreno.

L'**indice di stabilità strutturale (IS)** rappresenta la percentuale di macroaggregati (aventi diametro compreso tra 1-2 mm) che non vengono degradati dall'azione dell'acqua. Nelle tesi con cover crop si è assistito a un suo **aumento nei primi 5 cm di suolo**, che rappresentano lo strato maggiormente interessato dal decadimento della struttura, a causa del ripetuto passaggio di macchine agricole e dell'azione battente delle precipitazioni. In particolare, le cover crop a base di graminacee (segale e loiessa-trifoglio), dotate di un ampio apparato radicale fascicolato, hanno evidenziato un maggior incremento dell'indice di stabilità strutturale (+65%), rispetto al testimone senza cover (grafico 1).

Per la **concentrazione di sostanza organica (so)** nei vari strati del terreno, non sono state apprezzate differenze

TABELLA 2 - Bilanci dell'azoto (kg/ha) per il triennio di prove, per ciascuna delle 5 tesi a confronto

Tesi (!)	Apporti da concimi	Asportazioni granelle	Differenza apporti - asportazioni	Recuperi residui colturali	Recuperi cover crops	Totale «ricircolato» (somma recuperi)
A - Senape-facelia	594	363	231	128	107	235
B - Loiessa-trifoglio	594	381	213	141	103	244
C - Segale multicaule	594	389	205	128	105	233
D - Leguminose	594	416	178	137	23	160
E - Test senza cover	594	454	140	158	-	158

(!) Vedi figura A nel riquadro «Come è stata impostata la sperimentazione» a pag. 37.

A fronte di differenze tra apporti di azoto e asportazioni dovute a granelle, variabili tra 140 e 230 kg/ha nel triennio, i residui colturali lasciati al campo (foglie, stocchi e tutoli di mais, foglie e fusti di soia) hanno permesso un «ricircolo» di circa 130-160 kg/ha e le cover crop sino a oltre 100 kg/ha (senza quantificare le radici), portando praticamente in pareggio il bilancio tra apporti e asportazioni.

significative tra le varie tesi oggetto di indagine. Tuttavia si può vedere come, rispetto al test senza cover, nella tesi senape-facelia il tenore di so nello strato 0-5 cm sia di 2 g/kg maggiore, pari a circa il 10% in più.

Anche per tutte le altre cover crop, si osserva una tendenza all'aumento della concentrazione di so nel primo strato, pari a circa 1 g/kg, ossia circa il 4% in più.

La stessa tendenza è riscontrabile anche negli strati inferiori, dove si può notare come tutte le cover (a eccezione di loiessa-trifoglio nello strato 15-30 cm) presentino tenori di so maggiori rispetto al test, seppur non statisticamente significativi (tabella 3).

Sostenibilità ambientale

È stata quantificata l'impronta carbonica delle produzioni, utilizzando la metodologia Lca (Life cycle assessment - Analisi del ciclo di vita, norme ISO della serie 14040 - 14044).

Si intende la somma di tutte le emissioni di gas serra, evidenziandole in termini di emissioni di CO₂ equivalente. La **CO₂ equivalente** è l'unità di misura che permette una quantificazione aggregata di tutti i gas serra, che per le produzioni agricole sono, oltre alla CO₂, il metano (CH₄) e il protossido di azoto (N₂O).

I confini del sistema analizzato hanno incluso tutti gli input di materiali necessari alle coltivazioni negli anni della prova (sementi, fertilizzanti, agrofarmaci, mezzi tecnici, energia, ecc.) e si sono fermati al cancello della produzione aziendale senza considerare i processi a valle, quali trasporti ed eventuali trasformazioni dei prodotti.

I risultati sono riportati con riferimento a due unità funzionali: la superficie in ha e la produzione in kg di granello al 14% di umidità (tabella 4).

Le emissioni di gas serra delle 4 tesi con le cover sono risultate fra loro molto simili e tutte superiori al test senza cover, che presenta i minori impatti soprattutto a causa del minor numero di operazioni colturali richieste nella gestione agronomica.

TABELLA 3 - Concentrazioni di sostanza organica a fine prova (autunno 2019) in tre strati di terreno (g/kg)

Tesi (!)	Strati terreno		
	0-5 cm	5-15 cm	15-30 cm
A - Senape-facelia	22,9	19,7	18,2
B - Loiessa-trifogli	21,8	18,6	17,2
C - Segale multicaule	21,7	19,9	18,6
D - Leguminose	21,9	19,1	18,5
E - Test senza cover	20,9	18,5	17,6

(!) Vedi figura A nel riquadro «Come è stata impostata la sperimentazione» a pag. 37.

Rispetto al test senza cover, nella tesi senape-facelia il tenore di sostanza organica nello strato 0-5 cm è di 2 g/kg maggiore, pari a circa il 10% in più.



Foto 2 Semina di soia successivamente alla terminazione delle cover

TABELLA 4 - Emissioni di gas serra delle diverse tesi a confronto per unità di prodotto commerciale raccolto (senza sequestro di carbonio nel suolo)

	Senape-facelia	Loiessa-trifoglio	Segale multicaule	Leguminose	Test senza cover
kg CO ₂ eq./kg prodotto	0,276	0,275	0,251	0,259	0,191

kg CO₂ eq. = chilogrammi di CO₂ equivalente, unità di misura che permette una quantificazione aggregata di tutti i gas serra.

Le emissioni di gas serra delle 4 tesi con le cover sono risultate fra loro molto simili e tutte superiori al test senza cover. Il vantaggio delle cover crop dal punto di vista ambientale è però legato al potenziale di sequestro di carbonio che la prolungata copertura vegetale del terreno e gli apporti di sostanza organica possono generare (vedi grafico 2).

Il vantaggio delle cover crop dal punto di vista ambientale è però attribuibile al potenziale di sequestro di carbonio che la prolungata copertura vegetale del terreno e gli apporti di sostanza organica delle cover crop dovrebbero consentire.

Alcune delle tesi con cover crop, pur nel limitato periodo della sperimentazione, hanno fatto registrare un incremento del tenore di sostanza organica del suolo, mentre la tesi di controllo mostra un decremento.

Sostenibilità economica

Per la valutazione della sostenibilità economica si è realizzata un'Analisi costi-benefici (ACB), che considera sia i costi e i benefici associati al reperimento dei beni e servizi connessi alla realizzazione del progetto sia gli effetti non misurati direttamente dal mercato ma in ogni caso importanti per il benessere collettivo, ovvero le esternalità (positive e negative) (tabella 5).

Per attribuire un valore ai benefici ambientali e sociali derivati dall'introduzione dell'innovazione, sono stati inseriti nel calcolo:

- i contributi che il Psr 2014-2020 della Regione Emilia-Romagna assegna all'agricoltura conservativa (250 euro/ha annui) e alle coperture vegetali (30 euro/ha annui);
- i potenziali crediti per il sequestro di carbonio (corrispondenti a 25 euro/t CO₂, secondo i prezzi stimati da SendeCO₂ per il 2019).

Se si considerano i costi di produzione per ettaro e anno agricolo, la parcella test risulta essere la meno costosa.

Tale risultato è dovuto al fatto che i

costi relativi a questa tesi non includono i costi delle sementi delle cover e delle operazioni colturali legati alla copertura vegetale.

Tra le cover, i minori costi si registrano nella tesi A (senape-facelia), mentre i costi medi sostenuti per la parcella D (leguminose) superano del 19% i costi della parcella test e dell'8% quelli della parcella A, rendendo tale tesi la più costosa.

Considerando le rese annuali delle colture di mais e soia e i prezzi indicati dal listino della Borsa Merci della Camera di Commercio di Bologna (per il mais prezzo medio 2017-2019 di 177 euro/t; per la soia 320 euro/t) si sono calcolati il ricavo per ogni anno agricolo e per l'intero periodo.

Considerando i soli costi e ricavi di produzione, i guadagni del periodo risultano negativi per tutte le parcelle con cover crop e positivi nel caso del test.

Includendo nel calcolo i contributi del Psr 2014-2020 per l'agricoltura conservativa e per le coperture vegetali, otteniamo invece dei guadagni positivi in tutte le cover crop.

Se ci spingiamo a includere nel calcolo dei margini economici le esternalità positive generate dalla sperimentazione, in modo particolare la fissazione di carbonio sotto forma di sostanza organica del suolo, la tesi A (senape-facelia) risulta essere la maggiormente vantaggiosa tra le cover crop, sia in termini economici sia ambientali.

In complesso, la parcella test continua a registrare i maggiori guadagni, anche se andrebbero considerate le esternalità negative di emissione di CO₂ nell'atmosfera.

TABELLA 5 - Costi di produzione per ettaro (euro)

Tesi (1)	Annate			Totale costi	Media costi
	2016-2017	2017-2018	2018-2019		
A - Senape-facelia	2.072	984	1.697	4.753	1.584
B - Loiessa-trifoglio	2.104	1.068	1.709	4.881	1.627
C - Segale multicaule	2.104	1.095	1.701	4.901	1.633
D - Leguminose	2.520	932	1.720	5.171	1.724
E - Test senza cover	1.842	792	1.515	4.149	1.383

(1) Vedi figura A nel riquadro «Come è stata impostata la sperimentazione» a pag. 37.

Tra le cover, i minori costi si registrano nella tesi A (senape-facelia), mentre i costi medi sostenuti per la parcella D (leguminose) superano del 19% i costi della parcella E (test senza cover) e dell'8% quelli della parcella A, rendendo tale tesi la più costosa.

Senape e facelia: cover più interessante

Il Piano di Innovazione Cover Agroecologiche ha sviluppato sistemi innovativi di agricoltura conservativa fondati sull'impiego di colture di copertura (cover crop), che permettono di sfruttare dei principi di agroecologia per ottenere una vasta serie di vantaggi agronomici e ambientali.

Nel complesso, la cover a base di senape e facelia è risultata la maggiormente interessante: presenta minori costi, possibilità di terminazione della cover con roller crimper, ha generato il maggior incremento delle rese nel triennio e il maggior livello di sequestro di carbonio, producendo delle esternalità positive che possono trasformarsi in un ulteriore beneficio economico.

Paolo Mantovi, Fabrizio Ruozi

Fondazione Crpa Studi Ricerche - Fcsr
Reggio Emilia

Vincenzo Tabaglio, Roberta Boselli

Dipartimento di scienze
delle produzioni vegetali sostenibili
Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza

Marianna Guareschi, Filippo Arfini

Dipartimento di scienze economiche
e aziendali, Università di Parma

Stefano Pignedoli,

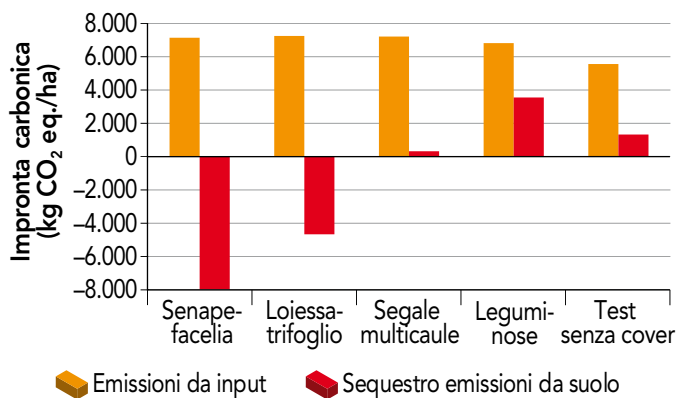
Centro ricerche produzioni animali - Crpa
Reggio Emilia

Maggiori dettagli sul sito web del progetto
<http://cover.crpa.it>

V Questo articolo è corredato di bibliografia/contenuti extra. Gli Abbonati potranno scaricare il contenuto completo dalla Banca Dati Articoli in formato PDF su: www.informatoreagrario.it/bdo

I tanti vantaggi agroecologici delle cover crop

GRAFICO A - Impronta di carbonio delle colture riferita alla superficie coltivata



kg CO₂ eq. = chilogrammi di CO₂ equivalente, unità di misura che permette una quantificazione aggregata di tutti i gas serra.

Il contributo del carbonio sequestrato nel suolo, tradotto in CO₂ equivalente, per la tesi senape-facelia è stato in grado di compensare del tutto l'impronta carbonica della coltivazione fino a rendere le produzioni carbon-negative.

L'INFORMATORE AGRARIO

www.informatoreagrario.it



Edizioni L'Informatore Agrario

Tutti i diritti riservati, a norma della Legge sul Diritto d'Autore e le sue successive modificazioni. Ogni utilizzo di quest'opera per usi diversi da quello personale e privato è tassativamente vietato. Edizioni L'Informatore Agrario S.r.l. non potrà comunque essere ritenuta responsabile per eventuali malfunzionamenti e/o danni di qualsiasi natura connessi all'uso dell'opera.