



Cover agroecologiche

finanziato da  European Commission

Culture di copertura per l'incremento della sostanza organica del suolo e il contenimento delle malerbe



Novembre 2019

Fondazione CRPA Studi Ricerche – FCSR, Reggio Emilia

Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza

Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali, Università di Parma

Centro Ricerche Produzioni Animali – C.R.P.A. S.p.A., Reggio Emilia

Società Agricola Ciato, Panocchia di Parma

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 ed ambientali.

Nell'agrosistema conservativo nel quale si sono praticate la non lavorazione, la copertura permanente del suolo e gli opportuni avvicendamenti colturali, si è osservata una tendenza all'incremento del tenore di sostanza organica, un consolidamento della stabilità strutturale del terreno negli strati superficiali e un'aumentata diversità e attività della micro e meso-fauna pedologiche, attori fondamentali della trasformazione della materia organica nel terreno.

Il contributo del carbonio sequestrato nel suolo, tradotto in CO₂-equivalente, è stato in grado in alcuni casi di ridurre l'impronta carbonica delle colture, fino a rendere le produzioni carbon-negative. La sostenibilità economica al netto dei contributi è invece risultata fragile. Tuttavia, considerando i contributi che il PSR 2014-2020 ha messo a disposizione dell'agricoltura conservativa con copertura vegetale (cover crops) si registrano guadagni in tutte le tesi a confronto.

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.

Perché Cover Agroecologiche

L'Azienda Agricola Ciato, localizzata nell'alta pianura emiliana su suoli alluvionali della conoide del fiume Parma, è dedicata alla coltivazione di cereali, proteaginose 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 ha previsto lo sviluppo di sistemi innovativi di agricoltura conservativa fondati sull'impiego di cover crops, cercando di sfruttare dei principi di agroecologia per ottenere vantaggi agronomici ed ambientali. I pilastri dell'agricoltura conservativa sono le lavorazioni del terreno ridotte o nulle, la rotazione delle colture, la gestione del residuo colturale

(mulch) e le colture di copertura (cover crop). L'espressione "colture di copertura", traduzione italiana della denominazione inglese cover crops, dà immediatamente conto della funzione prioritaria che viene attribuita a queste colture, ovvero quella di coprire il terreno, evidentemente con scopo di protezione. In realtà, nell'attuale rivisitazione dell'agricoltura conservativa questa dizione va oltremodo stretta, perché fa riferimento esclusivamente alla funzione antierosiva di queste colture mentre i loro compiti agronomico-ambientali sono molti altri e spesso più importanti per le esigenze dell'agricoltura conservativa. Tra questi 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.

La prova agronomica

È stata avviata e condotta una prova agronomica della durata di tre anni impiegando diverse cover crops 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 1):

A. Cover crop autunno-vernina base senape-facelia

- B. Cover crop autunno-vernina base loiessa-trifogli
- C. Cover crop autunno-vernina base segale multicaule
- D. Cover crop autunno-vernina base leguminose (erba medica e annuali come veccia e trifogli)
- 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'in-

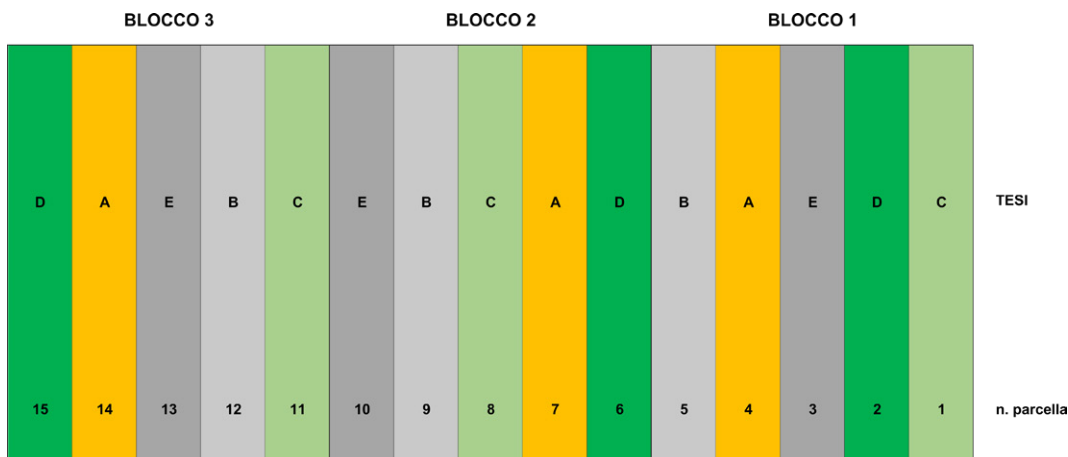


Figura 1 - Schema sperimentale a blocchi randomizzati della prova agronomica condotta presso la Società Agricola Ciato (ogni parcella misura 20 x 150 m)

festazione da malerbe che si era cronicizzata nell'Azienda Ciato. Sono stati coltivati:

- anno 2017 - mais da granella (Varietà KAMPONI, Classe FAO 250),
- anno 2018 - soia (Varietà MERIDIAN PZO, gruppo 00),
- anno 2019 - mais da granella (Varietà KAMPONI, Classe FAO 250).

Le cover crop autunno-vernine sono state se-

minate ogni anno (2016, 2017, 2018) a fine estate, in precessione alle colture primaverili-estive, e per questo terminate nel mese di marzo con erbicida disseccante in precessione al mais e nel mese di aprile in precessione alla soia, in questo caso in parte con erbicida disseccante e in parte con roller crimper (foto di copertina, cover base senape-facelia).

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 ad 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 che alla raccolta delle coltivazioni primaverili-estive, con quantificazione delle produzioni per ciascuna parcella e prelievo di campioni per le analisi di laboratorio, hanno permesso

Tabella 1 - Rese di granella di mais e soia ad umidità commerciale (t/ha al 14% UR)

Tesi a confronto	Mais granella (2017)	Soia (2018)	Mais Granella (2019)
A- Senape/facelia	8,74	2,21	10,32
B- Loiessa/trifogli	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

di redigere un bilancio dell'azoto per il triennio di prove i cui valori aggregati vengono riportati nella tabella che segue.

Le cover crop permettono di produrre sostanza organica utile alla fertilità e funzionalità del suolo e di contribuire al recupero e riciclo di nutrienti. A fronte di differenze tra apporti di azo-

to 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 "riciccolo" di circa 130-160 kg/ha e le cover crop sino ad oltre 100 kg/ha, portando praticamente in pareggio il bilancio tra apporti e asportazioni.

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

Tesi a confronto	Apporti nel triennio	Asportazioni granelle	IN - OUT	IN residui colturali	IN cover crops	Totale 'riciccolato'
A- Senape/facelia	594	363	231	128	107	235
B- Loiessa/trifogli	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

Qualità del suolo

Il terreno dell'azienda Ciato, franco-argilloso, all'inizio del periodo progettuale presentava un tenore di sostanza organica (SO) che, in funzione del contenuto di argilla, lo faceva classificare come "scarsamente dotato" (1,9%). La dotazione di macro-elementi (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 ossidazione 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 ed 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 ad indici di fertilità biologica come QBS-ar e n. di lombrichi

per metro quadro, determinati rispettivamente nei primi 10 e 20 cm di terreno.

L'indice di stabilità strutturale (IS) rappresenta la % di macro-aggregati (aventi diametro compreso tra 1-2 mm) che non vengono degradati dall'azione dell'acqua. Nelle tesi con cover crop si è assistito ad 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

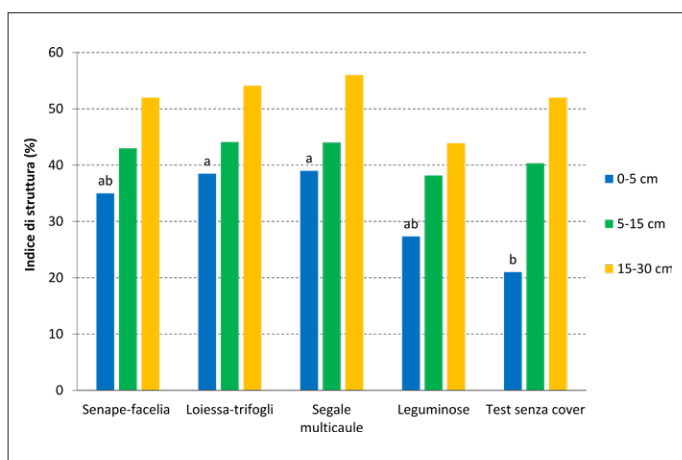


Figura 2 - Indice di stabilità strutturale (IS%) del terreno alla fine del triennio di prova (2019). A lettere diverse corrispondono valori statisticamente differenti, secondo il test di Tukey ($\alpha < 0,05$)

macchine agricole e dell'azione battente delle precipitazioni. In particolare, le cover crop a base di graminacee (segale e loiessa-trifogli), dotate di un ampio apparato radicale fascicolato, hanno evidenziato un maggior incremento dell'indice di stabilità strutturale (+65%), rispetto al testimone senza cover.

Per la concentrazione di sostanza organica (SO) nei vari strati del terreno, non sono state apprezzate differenze 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⁻¹ 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⁻¹, ossia circa il 4% in più. La stessa tendenza è

riscontrabile anche negli strati inferiori, dove si può notare come tutte le cover (ad eccezione di loiessa/trifogli nello strato 15-30 cm) presentino tenori di SO maggiori rispetto al test, seppur non statisticamente significativi.

L'indice QBS-ar permette di valutare la qualità biologica dei suoli sulla base dell'analisi dei microartropodi edafici viventi nei primi 10 centimetri di profondità del suolo, dove si concentrano maggiormente le loro attività.

A fine triennio l'analisi statistica non ha rilevato differenze significative tra le tesi, anche a causa della elevata variabilità riscontrata tra le repliche considerate.

Nonostante ciò, il valore di QBS-ar nel test senza cover tende ad essere inferiore (valore medio circa 50 contro valori tra 60 e 80 nelle tesi con cover).

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

Tesi a confronto	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 no cover	20,9	18,5	17,6

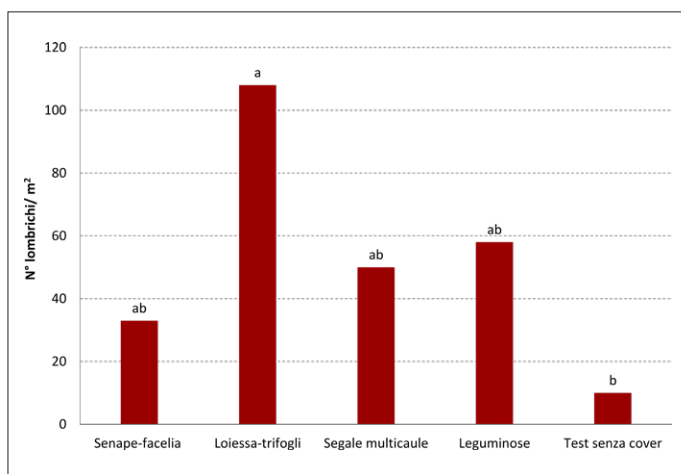


Figura 3 - Numero lombrichi per metro quadro alla fine del triennio di prova. A lettere diverse corrispondono valori statisticamente differenti, secondo il test di Tukey ($\alpha < 0,05$)

L'analisi statistica ha evidenziato la presenza di un maggior numero di lombrichi nella tesi loiessa/trifogli, mentre le altre cover crop non sono risultate differenti dal testimone, seppure i valori fossero più che doppi. Così come per i microartropodi, anche per i lombrichi il maggior input di materia organica dovuto alla biomassa, sia epigea che ipogea, delle cover crop ha garantito una maggiore disponibilità di nutrimento, condizionando l'abbondanza della popolazione.

Sostenibilità ambientale ed economica

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 (semi, fertilizzanti, agrofarmaci, mezzi tecnici, energia, ecc.) e si sono fermati al cancello della produzione aziendale (*cradle to gate*) 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 ettari e la produzione in kg di granella al 14% di umidità.

Tabella 4 - Emissioni di gas serra delle diverse tesi a confronto (senza sequestro di carbonio)

	Senape / facelia	Loiessa / trifogli	Segale multicaule	Leguminose	Test senza cover
kg CO ₂ eq/ha	5.868	5.913	5.852	5.842	4.670
kg CO ₂ eq/kg prodotto	0,276	0,275	0,251	0,259	0,191

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.

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. La copertura vegetale ritarda, infatti, il tempo di mineralizzazione della sostanza organica grazie all'azione protettiva degli aggregati del terreno che non vengono più distrutti dalle lavorazioni, né esposti alla pioggia quando il terreno è nudo.

In figura 4 vengono mostrati i risultati dell'impronta carbonica delle tesi a confronto evi-

denziando le diverse componenti: le emissioni di gas serra e il sequestro (valori negativi) o perdita (valori positivi) del carbonio del suolo. Alcune delle tesi con cover crops, 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.

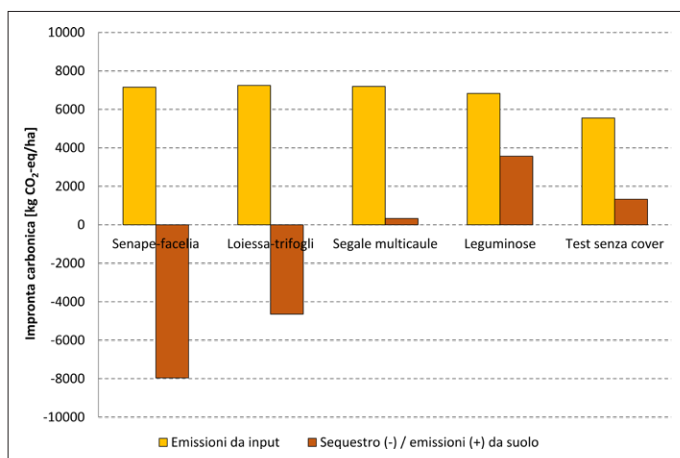


Figura 4 - Impronta di carbonio delle colture riferita alla superficie coltivata

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).

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 €/ha annui) e alle coperture vegetali (30 €/ha annui);
- i potenziali crediti per il sequestro di carbonio (corrispondenti a 25 €/t CO₂, secondo i prezzi stimati da SendeCO₂ per il 2019).

Tabella 5 - Costi di produzione per ettaro (euro)

Tesi a confronto	Anno Agricolo			Totale costi	Media costi
	2016-2017	2017-2018	2018-2019		
A- Senape facelia	€ 2.072,00	€ 984,00	€ 1.697,00	€ 4.753,00	€ 1.584,00
B- Loiessa trifogli	€ 2.104,00	€ 1.068,00	€ 1.709,00	€ 4.881,00	€ 1.627,00
C- Segale multicaule	€ 2.104,00	€ 1.095,00	€ 1.701,00	€ 4.901,00	€ 1.633,00
D- Leguminose	€ 2.520,00	€ 932,00	€ 1.720,00	€ 5.171,00	€ 1.724,00
E- Test senza cover	€ 1.842,00	€ 792,00	€ 1.515,00	€ 4.149,00	€ 1.383,00

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 ad 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 che 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.

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 €/t; per la soia 320 €/t) si sono calcolati il ricavo per ogni anno agricolo e per l'intero periodo.



Cover crop con loiessa e trifogli seminata su residui di mais (autunno 2017)

Capofila



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE E AZIENDALI



emme emme s.r.l.
MACCHINE AGRICOLE



<http://cover.crpa.it>



Programma di
Sviluppo Rurale
dell'Emilia-Romagna
2014-2020



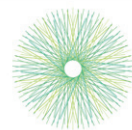
UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo Agricolo
per lo Sviluppo Rurale



Regione Emilia-Romagna

L'Europa investe nelle zone rurali

PARTICIPATING IN



eip-agri
AGRICULTURE & INNOVATION

Funded by



Divulgazione a cura di Centro Ricerche Produzioni Animali – C.R.P.A. S.p.a. - Autorità di Gestione: Direzione Agricoltura, caccia e pesca della Regione Emilia-Romagna - Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014-2020 — Tipo di operazione 16.1.01 — Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: "produttività e sostenibilità dell'agricoltura" — Focus Area 4C - Qualità dei suoli — Progetto "Cover Agroecologiche – Colture di copertura per l'incremento della sostanza organica del suolo e il contenimento delle malerbe".