



FONDAZIONE MORENDO BOLOGNINI

Az. Agr.
M. Motti



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

Crescita e valore fertilizzante di cover crop autunno-vernine: risultati del progetto CoCrop

Pietro Marino Gallina, Stefano Toninelli, Daniele Della Torre, Lorenza Michelin,
Alberto Merli, Massimo Motti, Mortadha Ben Hassine, Daniele Cavalli, Martina
Corti, Luigi Degano, Giovanni Cabassi, Luca Bechini.

pietro.marino@unimi.it



PSR LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTERADICI
2014 2020



Regione
Lombardia

Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale: l'Europa investe nelle zone rurali



La presente slide serve per introdurre le origini del progetto CoCrop. Si tratta di foto scattate nel febbraio 2016 nel corso delle visite ai campi dimostrativi organizzati dal CONDIFESA presso le aziende Motti e Lussignoli. Le prime esperienze di coltivazione delle cover crop in agricoltura conservativa nel territorio bresciano risalgono al 2009 e furono realizzate da Mauro Agosti e Massimo Motti. Da allora, i riscontri empirici degli effetti positivi delle cover crop sulla struttura del suolo e sulla riduzione della banca semi hanno motivato sia un'intensificazione delle attività di valutazione di specie e tecniche colturali sia una diffusione della coltivazione. Nel contempo è cresciuta l'esigenza di passare da una valutazione qualitativa dei benefici derivanti dalla coltivazione delle cover crop ad una loro valutazione quantitativa per modificare, se possibile, le pratiche di coltivazione, ad esempio la fertilizzazione.

Il progetto CoCrop

- «Gestione agronomica ed ambientale delle cover crop con particolare riguardo alle dinamiche dell'azoto»
- Finanziato nel PSR 2014-2020 della Regione Lombardia
 - Operazione 16.2.01 – «Progetti pilota e sviluppo d'innovazione»
- Durata: 2 anni
- Proponente: Fondazione Morando Bolognini
- Partner: Az. Agr. Motti, CREA-ZA, UniMi
- Collaborazione del CONDIFESA



In questo quadro, con una forte spinta di Mauro Agosti, viene scritto il progetto CoCrop per chiederne il finanziamento nell'ambito del PSR 2014-20 della Regione Lombardia. Finanziamento che poi è stato concesso. I partner del progetto sono la Fondazione Morando Bolognini (proponente) l'Az. Agr. Motti, il CREA-ZA di Lodi e l'Università degli Studi di Milano. Il CONDIFESA, è compreso come collaboratore esterno.

Obiettivi

1. Studiare la produttività ed il valore fertilizzante di cover crop
2. Stimare la biomassa aerea e le asportazioni di azoto di cover crop tramite indici vegetazionali (Es.: NDVI);
3. Stimare il contenuto di azoto di cover crop tramite spettroscopia NIR prossimale;
4. Confrontare la terminazione chimica delle cover crop con quella meccanica



Uno dei quattro obiettivi del progetto era lo studio della produttività e del valore fertilizzante delle cover crop.

La prova condotta a Orzinuovi, presso l'azienda Motti, di cui riferirò i risultati, è stata focalizzata su questo obiettivo.

Campi sperimentali

Sito	n. prova	Valore fertilizzante	Calibrazione indici vegetazionali	Calibrazione N-NIR	Terminazione
Sant'Angelo	1	X	X	X	
	2				X
Orzinuovi	1	X			
	2				X

Presentazione dei risultati della prova 1 di Sant'Angelo Lodigiano scaricabile dal sito del progetto: <https://sites.unimi.it/cocrop/>



La presentazione dei risultati della prova sorella realizzata a Sant'angelo Lodigiano presso la fondazione Mornando Bolognini e scaricabile dal sito del progetto.

Fattori sperimentali della prova di OrzINUOVI

• Specie di cover crop

- 5 cover crop
 - *Avena strigosa* Schreb.
 - *Secale cereale* L.
 - *Sinapis alba* L.
 - *Trifolium alexandrinum* L.
 - *Vicia villosa* Roth
- 1 testimone con inerbimento spontaneo (**Test**)
- 1 testimone con terreno nudo, diserbato (**Test dis**)

• Data di semina

- Fine agosto (30/8; **DS 1**)
- Metà settembre (14/9; **DS 2**)



Nella prova di OrzINUOVI è stata indagato l'effetto della specie di cover crop e della data di semina sulla produzione di biomassa, l'asportazione di azoto e la disponibilità di questo per la coltura da reddito in successione.

Sono state confrontate 5 diverse specie di cover crop: *Avena strigosa* Schreb.; *Secale cereale* L.; *Sinapis alba* L.; *Trifolium alexandrinum* L.; *Vicia villosa* Roth.

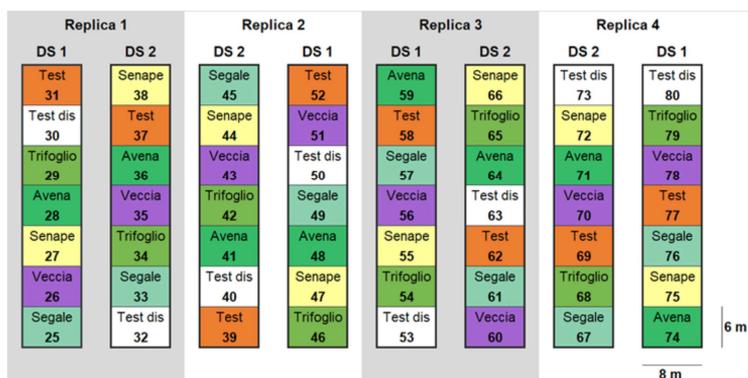
Segnalo che *avena strigosa*, *senape* e *trifoglio alessandrino* sono gelive mentre *segale* e *veccia* ingelive.

Sono stati inoltre previsti due testimoni, uno ad inerbimento spontaneo e l'altro diserbato.

Le due date di semina sono state scelte per differenziare le risorse termiche per la crescita delle cover crop, facendo riferimento a due possibili epoche di raccolta del mais da trinciato e da granella.

Il campo sperimentale

- Realizzato presso l'Az. Agr. Il Cavallino di M. Motti
- Split plot con 4 repliche, data di semina (DS) nella parcella principale



I 14 trattamenti sono stati assegnati alle parcelle seguendo un disegno sperimentale a parcella suddivisa con 4 repliche. Alle parcelle principali sono state assegnate le date di semina mentre le cover crop sono state assegnate alle parcelle secondarie

Dati colturali - Cover crop

- Minima lavorazione con coltivatore CLC Kverneland
- Semina con seminatrice universale da sodo

Specie	Varietà	Germinabilità %	Dose (kg/ha)
Avena strigosa	Saia 6	93	50
Segale	Stanko	86	150
Senape bianca	Architect	97	15
Trifoglio alessandrino	Mario	80	25
Veccia vellutata	Villana	88	40

- Nessuna concimazione o irrigazione
- Terminazione il 16 marzo 2018 con glifosate



Il sistema colturale è una successione intrannuale cover crop-mais in minima lavorazione.

Dati colturali - Mais

- Minima lavorazione con coltivatore CLC Kverneland
- Semina con seminatrice di precisione da sodo
 - Ibrido Pioneer P2105, classe 700
 - 7,5 piante/m²
 - 1 aprile 2018
- Diserbo in pre- e post-emergenza
- Concimazione in copertura con 126 kg/ha di N da urea
- Rincalzatura (17 maggio)
- Irrigazione per scorrimento
- Raccolta a maturazione latteo-cerosa (7 agosto)



La tecnica colturale del mais è stata quella ordinaria aziendale. E' stato coltivato l'ibrido P2105 alla densità di 7,5 piante/m² eseguendo la semina il primo di aprile. Per la concimazione sono stati somministrati 126 kg di azoto tramite urea. La raccolta è stata eseguita il 7 agosto a maturazione latteo-cerosa.

Rilievi e campionamenti

Data	Tipo campione	Variabile	Test dis	Test	Avena	Segale	Senape	Trifoglio	Veccia
22 Novembre	Cover crop	Biomassa aerea			X	X	X	X	X
		Concentrazione N e C			X	X	X	X	X
	Infestanti	Biomassa aerea		X	X	X	X	X	X
		Concentrazione N e C		X	X	X	X	X	X
14 Marzo	Cover crop	Biomassa aerea				X			X
		Concentrazione N e C			X				X
	Infestanti	Biomassa aerea		X		X			X
		Concentrazione N e C		X		X			X
17 Maggio	Mais	Biomassa aerea	X	X	X	X	X	X	X
		Concentrazione N e C	X	X	X	X	X	X	X
7 Agosto	Mais	Biomassa aerea	X	X	X	X	X	X	X
		Concentrazione N e C	X	X	X	X	X	X	X



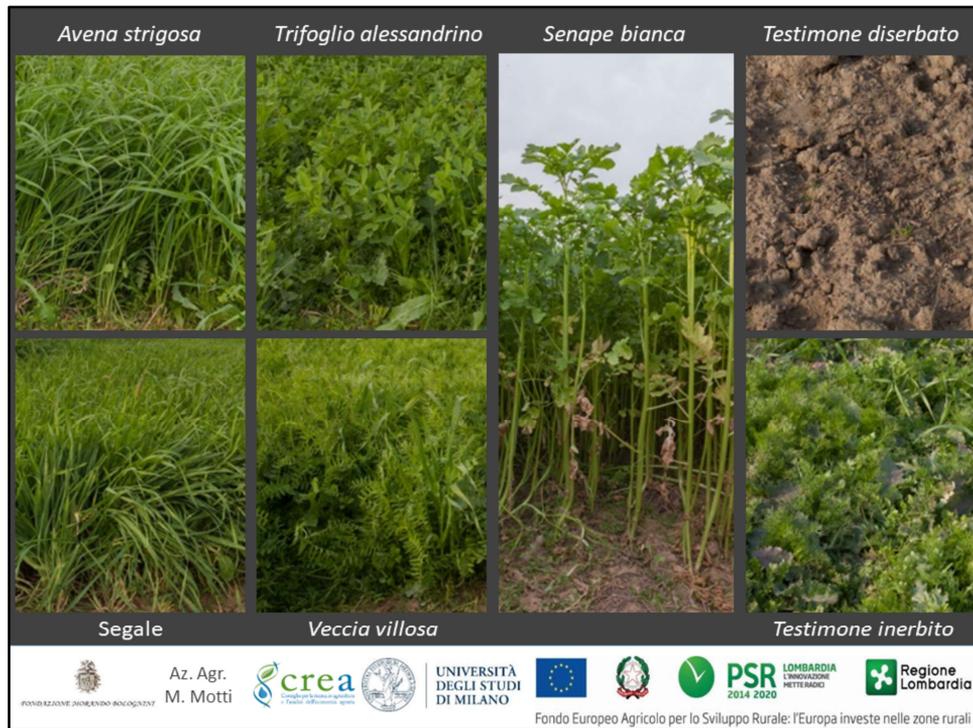
Sono stati eseguiti 4 campionamenti di cui due per caratterizzare le cover crop con le relative erbe infestanti (22 Novembre e 14 Marzo) e due per caratterizzare il mais (17 Maggio, a V6, e 7 Agosto a R4)

Nei campionamenti del 22 Novembre e del 14 Marzo, le cover crop sono state separate dalle infestanti, ottenendo due distinti campioni.

Sono state misurate tre variabili:

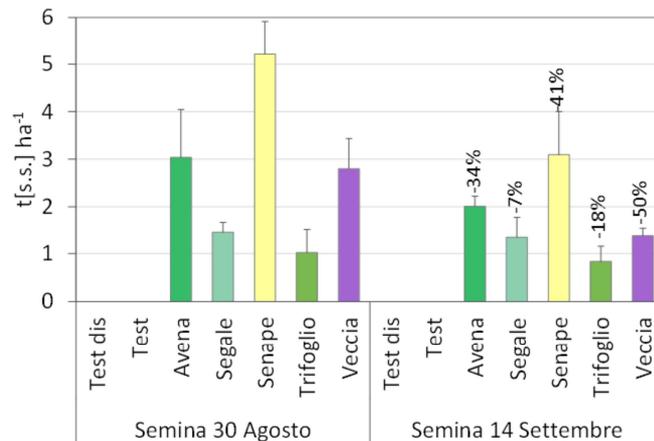
- produzione di biomassa aerea
- concentrazione di N e C nella biomassa aerea

Nel campionamento del 14 marzo sono stati caratterizzati solo il controllo a inerbimento spontaneo, la segale e la veccia.



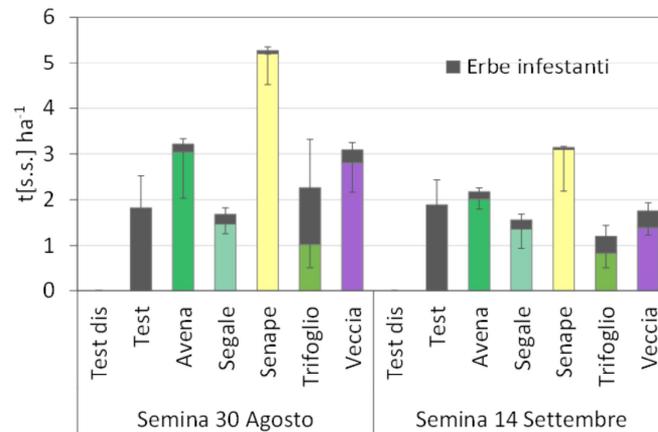
Le foto documentano lo stato delle cover crop e dei due testimoni il 22 novembre 2017 nel campo di Sant'Angelo. Si tratta delle cover crop di prima semina. Lo stato delle cover del campo di Orzinuovi era simile.

Produzione di biomassa aerea: cover crop



Veniamo ai risultati. Considerando ds1, la produzione di biomassa delle diverse specie è stata molto differenziata: senape ha fornito produzioni elevate, circa 5 t/ha, avena e veccia medie, intorno a 3 t/ha, segale e trifoglio basse, rispettivamente 1,5 e 1 t/ha. Le rese fornite dalle cover crop in seconda ds sono risultate consistentemente più basse, con l'eccezione della segale in cui la riduzione è stata solo del 7%. Ciò è coerente con il fatto che quest'ultima è una specie marcatamente microterma. Ai fini dell'apporto quantitativo di biomassa vegetale al terreno, risulta quindi importante scegliere la semina di fine agosto o ancora prima, se possibile, e preferire possibilmente la senape oppure l'avena e la veccia.

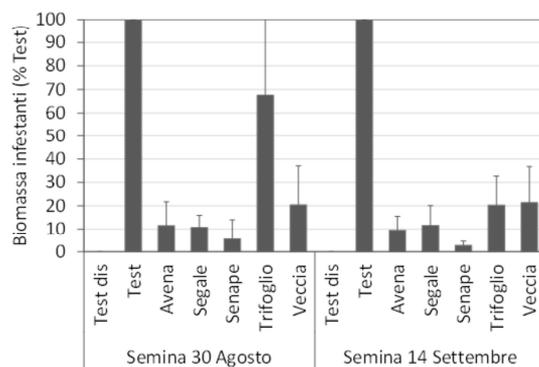
Biomassa aerea: cover crop e infestanti



La velocità di crescita, il portamento e l'altezza delle piante conferiscono alle cover crop una diversa capacità competitiva contro le erbe infestanti.

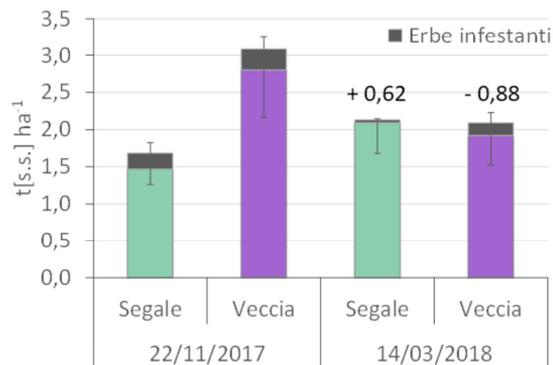
La quantità di biomassa aerea delle infestanti è risultato generalmente modesto ad eccezione delle parcelle a trifoglio, particolarmente nella ds1. Per quantificare l'attenuazione della flora infestante determinata dalle cover crop è stato calcolato il rapporto tra la biomassa delle infestanti delle parcelle con cover e quella del controllo inerbito.

Contenimento delle erbe infestanti



Dai risultati appare evidente che la senape inibisce quasi completamente la produzione di biomassa da parte delle infestanti (94 a ds1; 97 a ds2). Le due graminacee l'hanno ridotta del 90% circa e le leguminose di circa l'80%, ad eccezione del trifoglio in ds1 che l'ha ridotta molto meno.

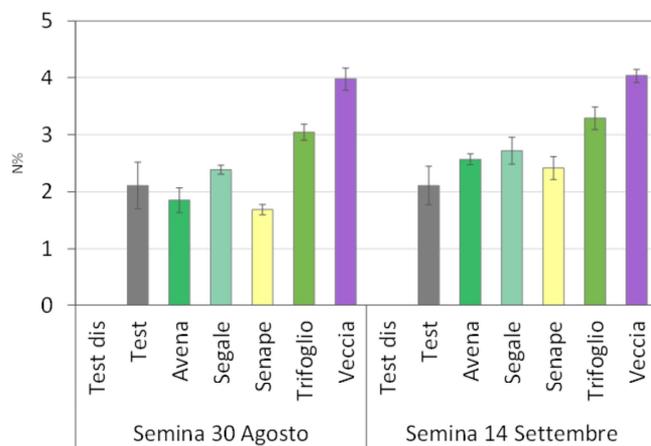
Biomassa aerea delle cover crop ingelive a novembre e marzo



La determinazione della biomassa aerea di segale e veccia il 22 novembre e il 14 marzo ha consentito di quantificare l'incremento netto di biomassa nel corso di questo periodo. Ne è risultato un incremento netto positivo di 0,62 t/ha nel caso della segale e di - 0,88 t/ha nel caso della veccia. La riduzione di biomassa della veccia è stata causata da danni da gelo e neve che hanno determinato la morte di una parte dell'apparato aereo.

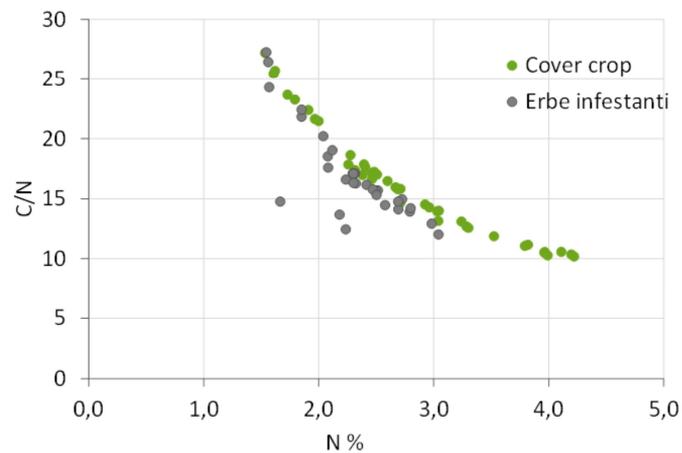
Il modesto incremento di biomassa della segale e la riduzione di biomassa della veccia indicano chiaramente come la scelta delle specie ingelive trovi giustificazione solo quando si possa ampliare la finestra temporale di coltivazione delle cover crop oltre la fine dell'inverno. Il maggior onere gestionale legato alla terminazione deve infatti essere bilanciato da una maggiore produzione di biomassa che si può realizzare solo con l'avanzare della stagione.

Concentrazione di azoto nella biomassa



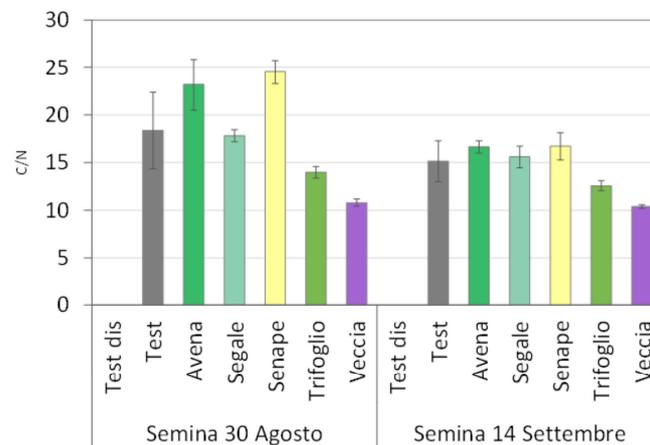
Come atteso, la concentrazione di azoto nella biomassa aerea è risultata più elevata nelle leguminose con valori intorno a 3% nel caso del trifoglio e al 4% nel caso della veccia, invariati in relazione alla data di semina. Avena, segale e senape hanno espresso valori intorno al 2% (compresi tra 1,7 e 2,4) nella ds 1 e intorno a 2,5 (2,4-2,7) nella ds 2. I più alti valori rilevati nella ds 2 sono riconducibili allo stadio fenologico delle piante meno avanzato e caratterizzato dalla preponderanza delle foglie, più ricche di N, nella composizione della biomassa aerea.

Relazione tra azoto e rapporto C/N



Il rapporto C/N della biomassa aerea delle cover crop è risultato essere strettamente associato con la concentrazione di azoto, come evidenziato nel grafico a dispersione. L'associazione è negativa, pertanto laddove abbiamo rilevato i valori più elevati di concentrazione azotata troviamo i valori di C/N più bassi.

Rapporto C/N di cover crop e infestanti

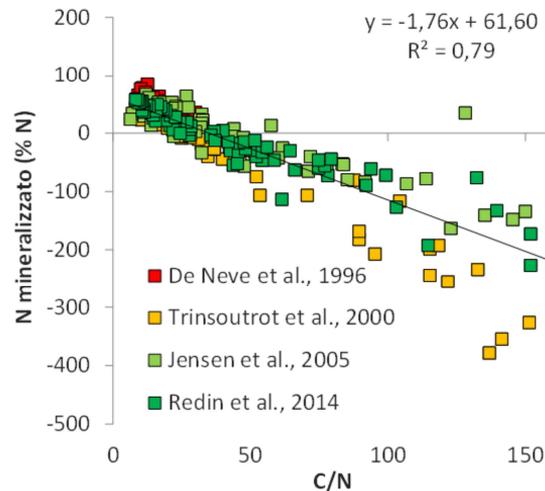


I valori più bassi, e pressochè invariati tra ds 1 e ds 2, sono stati espressi dalle leguminose mentre i valori più elevati sono stati invece forniti dalle biomasse di senape e avena a ds 1.

Il più alto valore di C/N dell'avena rispetto alla segale può essere spiegato dal fatto che la prima era già in fase di levata mentre la seconda ancora in accestimento.

Faccio presente che il rapporto C/N della biomassa di una coltura si è rivelato un predittore della disponibilità di azoto minerale nel suolo dopo che essa vi è stata incorporata.

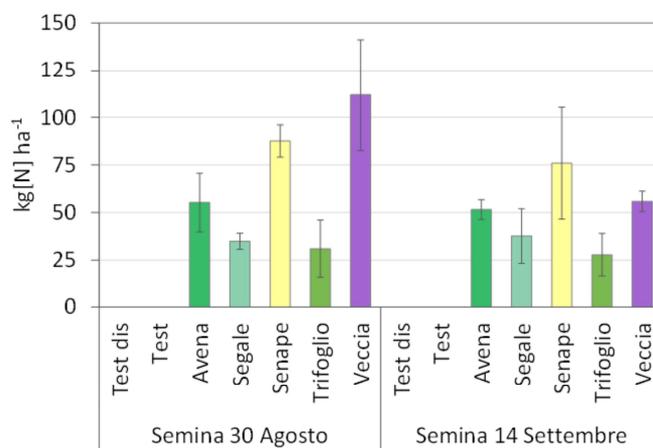
Relazione tra C/N e mineralizzazione dell'azoto



Nel grafico seguente possiamo vedere la regressione tra N disponibile (minerale) e rapporto C/N di un insieme di prove d'incubazione condotte in condizioni controllate. La sua elaborazione è stata realizzata da Daniele Cavalli che ringrazio.

La regressione mostra un valore critico, di passaggio dalla mineralizzazione all'organizzazione, ossia immobilizzazione, pari a circa 35. Secondo tale modello, tutte le cover crop indagate dovrebbero produrre un rilascio netto di azoto positivo; dalle leguminose ci si dovrebbe aspettare la disponibilità maggiore.

Asporti di azoto: cover crop

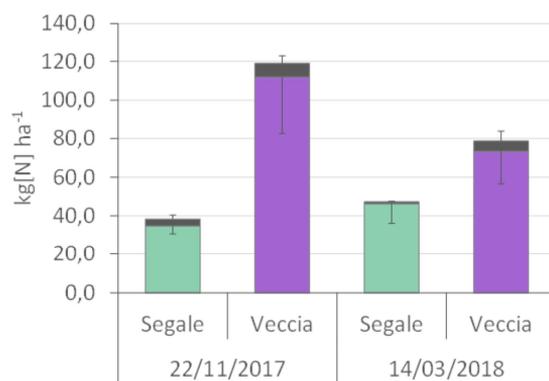


Gli asporti di N rappresentano il prodotto delle due variabili appena viste: resa di biomassa e sua concentrazione di N.

I valori osservati sono stati compresi tra circa 25 e 110 kg/ha. Il valore più elevato fornito dalla veccia di prima semina è verosimilmente un risultato reso possibile da un contributo derivante dall'azoto-fissazione simbiotica. Tendenzialmente, gli asporti delle cover in seconda semina sono minori.

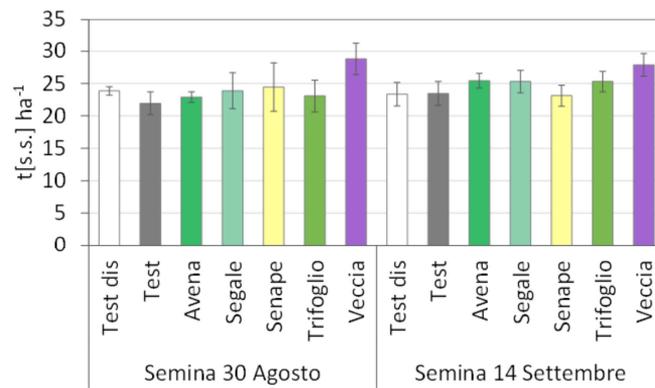
Discuteremo di seguito quanto dell'azoto contenuto nelle cover verrà reso disponibile per il mais in successione.

Asporti di azoto in autunno ed a fine inverno



Gli asporti delle specie ingelive hanno seguito lo stesso pattern già visto per la biomassa in quanto le concentrazioni di azoto sono rimaste pressochè invariate.

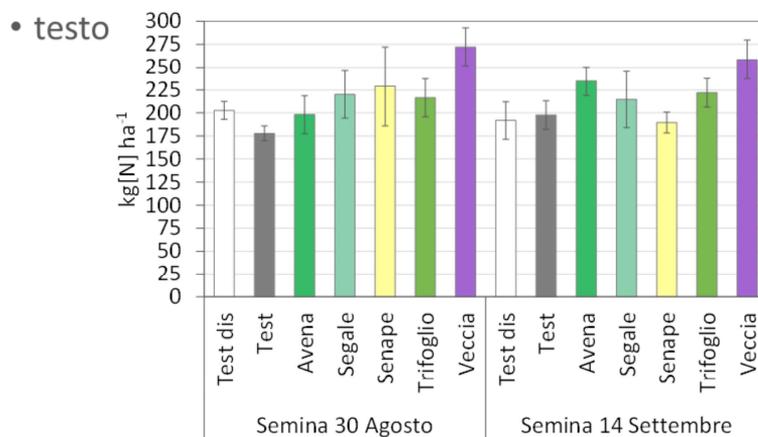
Resa mais, pianta intera allo stadio ceroso



Le produzioni del mais in successione alle cover crop sono risultate comprese tra 23 e 28 t/ha di s.s..

Rispetto al testimone diserbato, avena, segale, senape e trifoglio non hanno indotto apprezzabili variazioni di resa. Diversamente la veccia sembra averla influenzata positivamente con un incremento di circa 4,5 t/ha.

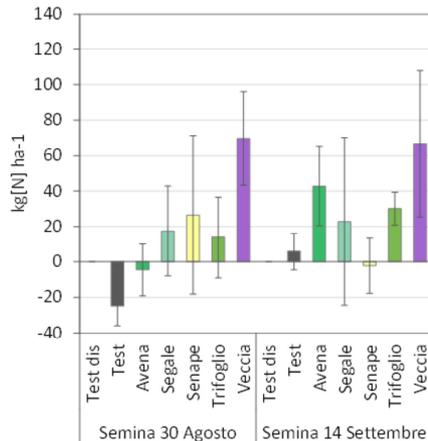
Asporti di azoto: mais allo stadio ceroso



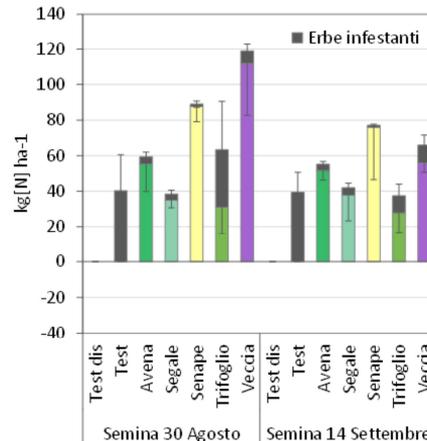
L'andamento delle asportazioni ha seguito lo stesso schema descritto per la biomassa anche se con un'escursione maggiore dei valori. Sottraendo dalle asportazioni del mais con precessione di cover crop quelle del mais con precessione del controllo diserbato abbiamo calcolato gli asporti netti del mais imputabili all'effetto delle cover crop.

Recupero dell'azoto delle cover crop nel mais

Asporti netti del mais

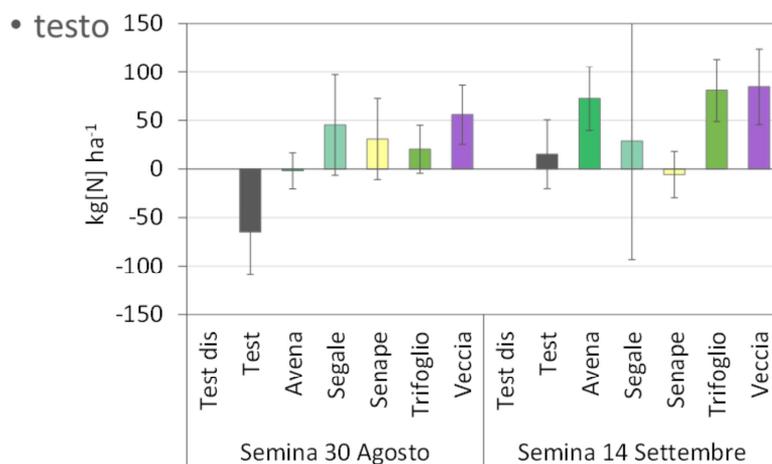


N contenuto nelle cover crop



Tali asporti sono risultati compresi, in media, tra -5 e 70 kg/ha. I valori più elevati sono stati forniti dalla precessione di veccia di prima e seconda semina. E' da sottolineare che gli asporti netti osservati sono molto più bassi rispetto agli asporti delle cover crop rilevati il 22 novembre. Quindi, solo una parte dell'azoto delle cover crop è stato assorbito dal mais. Dividendo gli asporti netti del mais per la quantità di azoto veicolato dalle cover si ottiene l'efficienza dell'azoto da cover crop.

Efficienza apparente dell'azoto veicolato al terreno dalle cover crop



I valori rilevati hanno manifestato grande variabilità che suggerisce di attendere i risultati del secondo anno di prova prima di fornire indicazioni pratiche.

Detto ciò, si mette in evidenza che l'efficienza dell'azoto delle cover crop è

- tendenzialmente più alto nelle leguminose, particolarmente nel caso della veccia
- tendenzialmente più alto nel caso delle cover di seconda semina rispetto alla prima

Conclusioni

- Semina precoce obbligatoria per ottenere elevate produzioni di biomassa
- Però le biomasse avranno un rapporto C/N più alto e tenderanno a mineralizzare meno azoto, eccetto le leguminose
- Specie ingelive, di scarso interesse per semine di mais anticipate o normali
- Effetto positivo della vecchia sulla produzione del mais
- Recupero apparente dell'azoto da cover nel mais quasi sempre positivo ma caratterizzato da alta variabilità
- Indicazioni operative verosimilmente possibili con i due anni di prova e la fusione dei dati delle due prove del progetto CoCrop.



Az. Agr.
M. Motti



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO



PSR
2014-2020
LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTERAGGIO



Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale: l'Europa investe nelle zone rurali

Grazie per l'attenzione



FOUNDAZIONE GIOVANNI BOCCACCINI  Az. Agr. M. Motti    UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO    PSR 2014-2020  PSR LOMBARDIA L'INNOVAZIONE METTERADICI  Regione Lombardia

Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale: l'Europa investe nelle zone rurali