

PROGETTO INFOCHAR
SINTESI RISULTATI ATTIVITA' DI CAMPO 2018



PSR 2014-2020 - Operazione 1.2.01 - Regione Lombardia



PSR LOMBARDIA
2014 2020 L'INNOVAZIONE
METTERADICI



**Regione
Lombardia**

INFOCHAR
Dimostrazione e divulgazione dell'efficacia agronomica ed ambientale dell'uso
del biochar in ambito cerealicolo-foraggero intensivo
CUP: E66G17000240007

PROGETTO INFOCHAR
SINTESI RISULTATI ATTIVITA' DI CAMPO 2018

PREMESSA

Il progetto INFOCHAR, avviato formalmente in data 1 novembre 2017, " si propone di divulgare l'uso del **biochar** nell'ambito cerealicolo-foraggero, nello specifico in quello intensivo della pianura lombarda, anche a supporto di un differente utilizzo dei reflui zootecnici e dei digestati. Ovviamente l'uso del biochar è esportabile in altri settori produttivi, quali ad esempio quello orticolo, frutticolo, florovivaistico, paesaggistico e ambientale.

La **tecnologia del biochar** è stata solo di recente (inizio anni 2000) oggetto di approfonditi studi e di sperimentazioni scientifiche di livello internazionale e l'Italia è stato il primo Stato europeo a disciplinarne l'utilizzo quale ammendante nel suolo (agosto 2015, introduzione in allegato 2 del D.Lgs. 75/2010 - Riordino e revisione della disciplina in materia di fertilizzanti).

Di seguito una sintesi delle attività e dei risultati dell'attività sperimentale e dimostrativa ottenuti nel 2018 sulla coltivazione di mais trinciato.

Per eventuali approfondimenti e/o informazioni, potete contattare il dott. agr. Alberto Tosca, Centro di Ricerca Fondazione Minoprio (a.tosca@fondazioneminoprio.it).

I dati e le figure riportate nel presente documento, oltre ad ulteriori approfondimenti, anche relativi alle aziende che hanno fornito il biochar, sono consultabili alla pagina web: <https://www.fondazioneminoprio.it/progettielenco/>



INFOCHAR
**Dimostrazione e divulgazione dell'efficacia agronomica ed ambientale dell'uso
del biochar in ambito cerealicolo-foraggero intensivo**
CUP: E66G17000240007

ATTIVITA' ANNO 2018

Il progetto ha previsto nella primavera 2018 la realizzazione di un campo dimostrativo e sperimentale presso le tenute dell'azienda agricola Baroncina, azienda sperimentale del CREA-ZA di Lodi.

Il campo dimostrativo ha visto la realizzazione di uno schema sperimentale con 27 diversi trattamenti, replicati in due differenti blocchi, definiti dalle seguenti combinazioni:

- concimazione chimica con urea
- apporto di refluo zootecnico
- apporto di digestato
- apporto di due differenti biochar in tre diverse dosi (10 – 20 – 40 t/ha s.s.)
- apporto di due differenti biochar in tre diverse dosi unitamente alla concimazione chimica
- apporto di due differenti biochar in tre diverse dosi unitamente al refluo zootecnico
- apporto di due differenti biochar in tre diverse dosi unitamente al digestato

Il dettaglio dei trattamenti (dosi dei singoli fattori produttivi), è riportato in Figura 1, unitamente alla distribuzione in campo delle parcelle sperimentali. Le singole parcelle dove sono state utilizzate (separatamente) le due diverse tipologie di biochar (biochar 1 e biochar 2) hanno una superficie di 27 m², mentre quelle dei singoli controlli (chimico, refluo zootecnico e digestato) hanno una superficie di 162 m².

Il terreno presenta una tessitura franco-sabbiosa (classificazione USDA), a reazione subacida, media dotazione in sostanza organica (1,9 %), moderata capacità di scambio cationico e bassa dotazione di potassio scambiabile; la classe di fertilità biologica (rif. CREA-RPS) è media, con bassa dotazione di carbonio della biomassa microbica e moderata attività respiratoria.

Le due tipologie di biochar utilizzate presentano caratteristiche simili ed entrambi sono iscritti al registro dei fertilizzanti (Allegato 2, D.lgs. 75/2010). Il biochar 1 (GLM S.r.l. di Mantova) è prodotto da cippato di legno autoctono (pioppo, salice e robinia) attraverso un processo di pirogassificazione da un impianto di pirogassificazione, con resa in biochar di circa il 10% (biomassa 10-20% umidità). Il biochar 2 (Ecco Soluzioni di Carbonate e Agrimeccanica di Crema) è prodotto da impianto di pirolisi che tratta legno autoctono (pino, abete e pioppo), con una resa in biochar del 30% (biomassa 30% umidità).

Il refluo zootecnico utilizzato nel progetto è prodotto dall'azienda sperimentale Baroncina, presenta un'umidità del 90-95% e una dotazione di 0,12% di azoto ammoniacale e 0,15% di azoto organico (su prodotto tal quale).

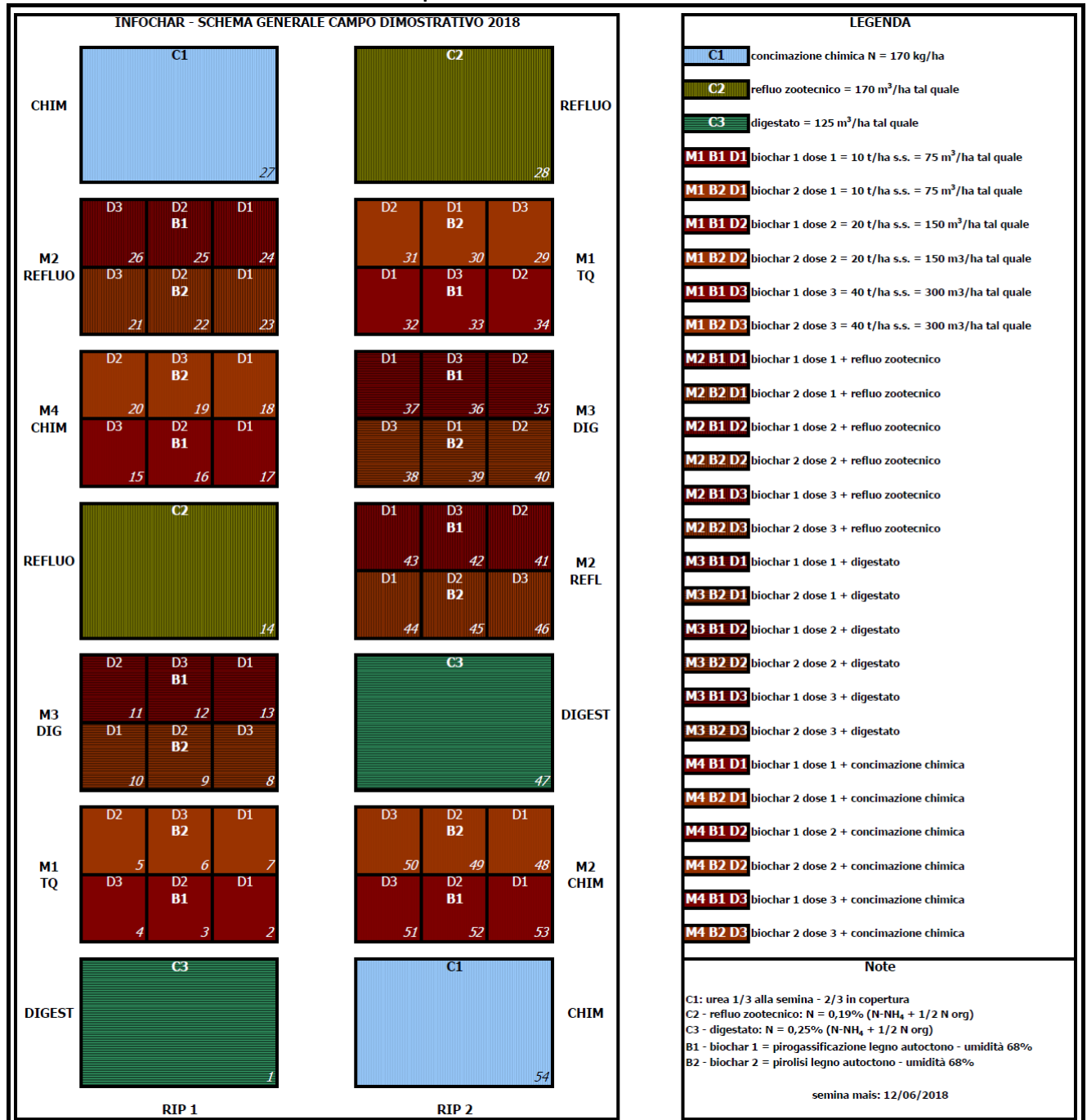
Il digestato impiegato, prodotto da un impianto di biogas che usa liquame bovino e trinciato di mais (azienda agricola Lameri, provincia di Cremona) presenta umidità del 90-93%, azoto ammoniacale 0,14% e azoto organico allo 0,3% (su prodotto tal quale).

Al fine di eguagliare l'apporto di azoto effettuato con urea (tesi concimazione chimica, con apporto di 170 kg/ha N, 80 kg/ha P₂O₅ e 180 kg/ha K₂O), le dosi di refluo e digestato sono state definite considerando come azoto prontamente disponibile la quota di azoto ammoniacale più il 50% della quota di azoto organico.



INFOCHAR
Dimostrazione e divulgazione dell'efficacia agronomica ed ambientale dell'uso
del biochar in ambito cerealicolo-foraggero intensivo
CUP: E66G17000240007

FIGURA 1. Schema campo dimostrativo cascina Baroncina - Lodi



Il biochar è stato distribuito manualmente nella prima settimana di giugno, con un certo ritardo rispetto al calendario previsto, dovuto all'andamento piovoso delle settimane precedenti che ha impedito l'accesso al campo.

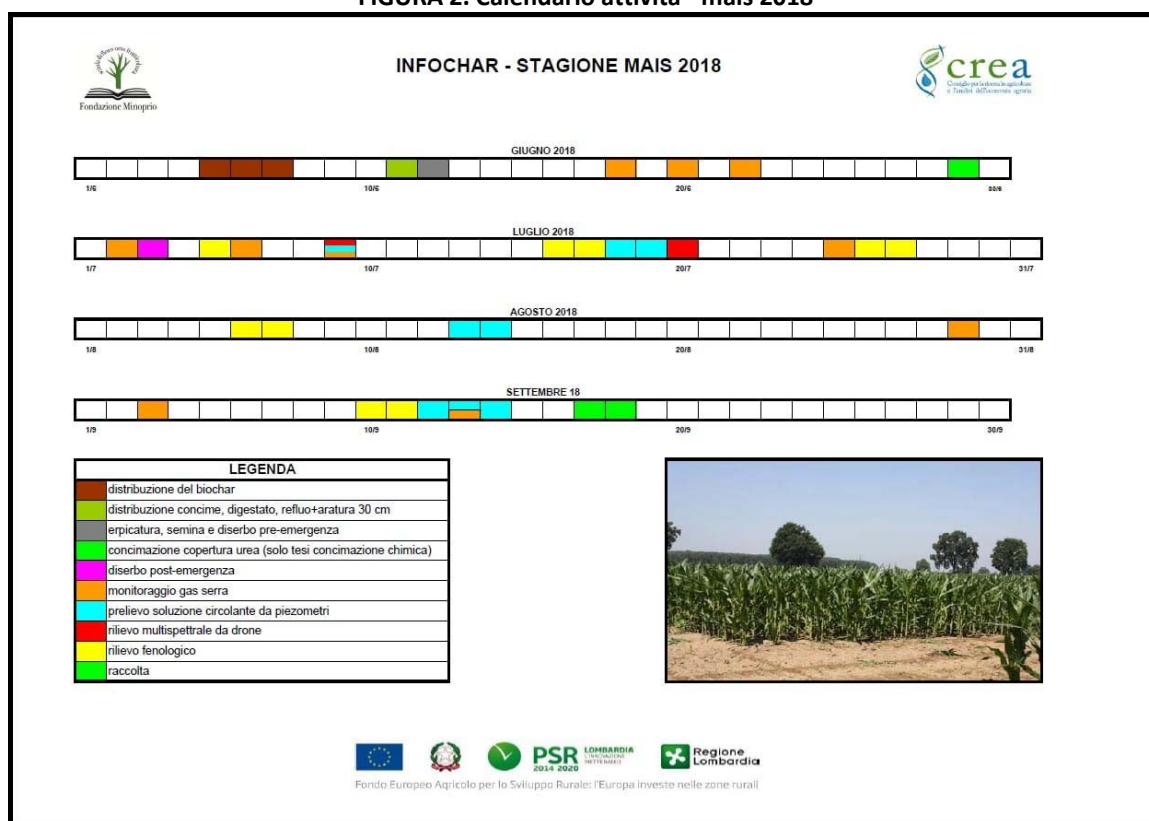
Successivamente sono stati distribuiti il digestato, il reflu zootecnico e 1/3 della dose di urea prevista per la concimazione chimica.



INFOCHAR
Dimostrazione e divulgazione dell'efficacia agronomica ed ambientale dell'uso
del biochar in ambito cerealicolo-foraggero intensivo
CUP: E66G17000240007

L'elevata umidità del terreno non ha permesso di intervenire con vangatura meccanica, per cui la lavorazione del terreno è stata effettuata con vangatura alla profondità di 30 cm, seguita da preparazione del letto di semina (erpicoltura), semina del mais (ibrido classe 600 PIONEER 1547) e diserbo di pre-emergenza (12 giugno). La semina è stata effettuata in data 12 gennaio. Il 28 giugno è stata effettuata un'irrigazione per aspersione, mentre in luglio e agosto due successivi interventi di irrigazione per sommersione. Un diserbo in post-emergenza è stato effettuato il 3 luglio, mentre la concimazione chimica di copertura (ove prevista) in data 29 giugno. In Figura 2 si riporta graficamente il calendario degli interventi agronomici e dei monitoraggi effettuati.

FIGURA 2. Calendario attività - mais 2018



Come si evince dalla figura sopra riportata, le azioni di monitoraggio effettuate nel corso della coltivazione hanno riguardato rilievi fenologici, emissioni gas serra (CO_2 , N_2O , CH_4), prelievo soluzione circolante del suolo a 60 cm di profondità mediante piezometri per determinazione azoto nitrico e fosforo, rilievo multi spettrale con drone.

I rilievi fenologici (crescita vegetativa e sviluppo riproduttivo) sono stati effettuati su tutte le parcelle in doppia replica misurando ogni 10 giorni l'altezza all'ultima foglia fino all'emissione dell'infiorescenza e l'altezza di inserzione della spiga; alla raccolta, effettuata fra il 17 e 18 settembre, si è determinata la resa a maturazione cerosa come insilato totale della pianta e dei principali componenti della produzione (investimento finale, altezza della pianta e rapporto pianta/spiga).



INFOCHAR

Dimostrazione e divulgazione dell'efficacia agronomica ed ambientale dell'uso del biochar in ambito cerealicolo-foraggero intensivo

CUP: E66G17000240007

Il monitoraggio dei gas serra è stato effettuato mediante il posizionamento post semina di camere statiche nelle parcelle del blocco 1 interessate dall'applicazione del biochar al dosaggio intermedio (tal quale o con gli altri fattori della produzione) e nelle parcelle di controllo (concimazione chimica, refluo, digestato), per un totale di 11 tesi monitorate, ciascuna in triplice replica. Il monitoraggio è stato effettuato prelevando dalle singole camere, per mezzo di siringa e a tempi prestabiliti, un campione di aria (30-40 ml prelevati al tempo 0 – 10 – 20 minuti dal posizionamento del coperto di chiusura delle camere, campioni successivamente analizzati in laboratorio per il contenuto dei singoli gas oggetto di indagine. L'attività ha visto l'effettuazione di 10 monitoraggi effettuati da dopo la semina (metà giugno) fino a prima della raccolta (metà settembre), tenendo in considerazione anche particolari situazioni agro climatiche, quali interventi irrigui/pioggia e concimazione di copertura.

Il prelievo delle soluzioni circolanti dai piezometri ha avuto luogo nel mese di luglio (2 campionamenti), nel mese di agosto e nel mese di settembre, per un totale di 4 rilievi (inferiori a quelli previsti a progetto per subentrati problemi tecnici di campionamento, poi risolti). I piezometri sono stati posizionati su un totale di 15 tesi (non sono state monitorate le tesi con il biochar 2), in doppia replica.

I monitoraggi con drone sono stati effettuati il 9 e il 20 luglio

Di seguito alcune immagini delle attività di campo svolte.



PSR LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTERADICI
2014 2020



INFOCHAR
**Dimostrazione e divulgazione dell'efficacia agronomica ed ambientale dell'uso
del biochar in ambito cerealicolo-foraggero intensivo**
CUP: E66G17000240007

Dopo la raccolta del mais sono stati prelevati in ogni parcella campioni di terreno (profondità 0-30 cm) per la determinazione in laboratorio delle proprietà fisico-chimiche e biologiche a fine coltura (in singola replica).

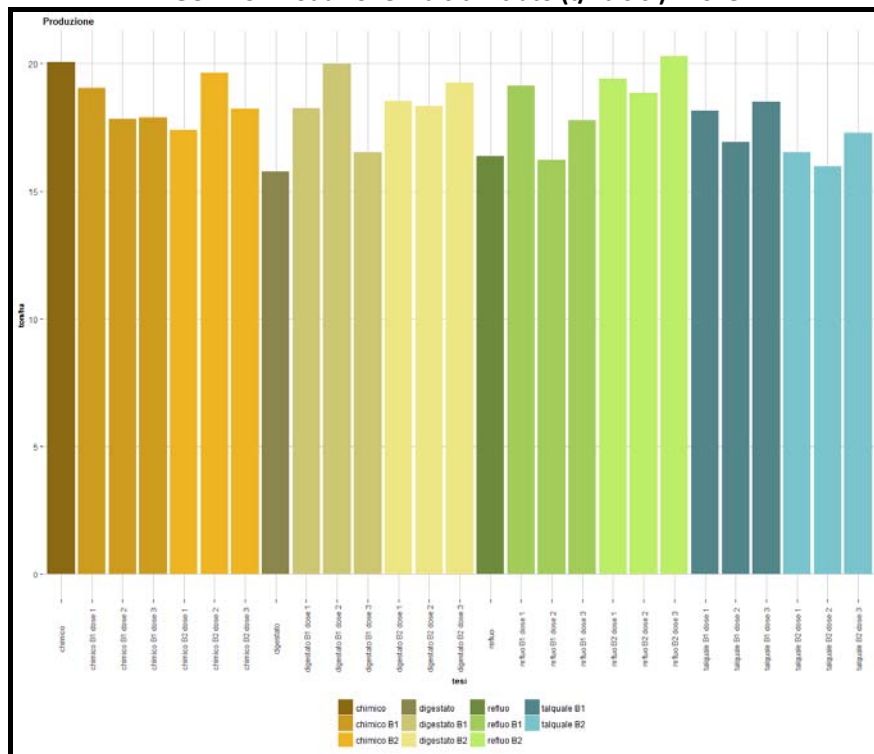
Successivamente, previa nuova lavorazione del terreno, si è provveduto alla semina della coltura a ciclo autunno-vernino (loiessa cultivar Asso).

PRINCIPALI RISULTATI

L'andamento termo-pluviometrico durante il ciclo colturale del mais è stato nella norma, ad eccezione del mese di settembre, caratterizzato da scarsità di precipitazioni, che ha coinciso con la fase finale della maturazione/raccolta della coltura.

La **resa produttiva** in mais trinciato integrale (t/ha sostanza secca) si è assestata tra le 15 e 20 t/ha per tutte le 27 tesi presenti in campo (Figura 3). Si evidenzia una variabilità di resa associata alla combinazione biochar/dose all'interno delle diverse modalità d'uso del biochar (tal quale o associato a concimazione chimica/digestato/refluo). Come atteso, la tesi di controllo "concimazione chimica" è risultata tra le più elevate, ma alcune tesi di biochar associato a refluo zootecnico (Biochar dose 3), digestato (Biochar 1 dose 1) e concimazione chimica (Biochar 2 dose 2) hanno ottenuto livelli analoghi di produzione.

FIGURA 3. Produzione mais trinciato (t/ha s.s.) - 2018



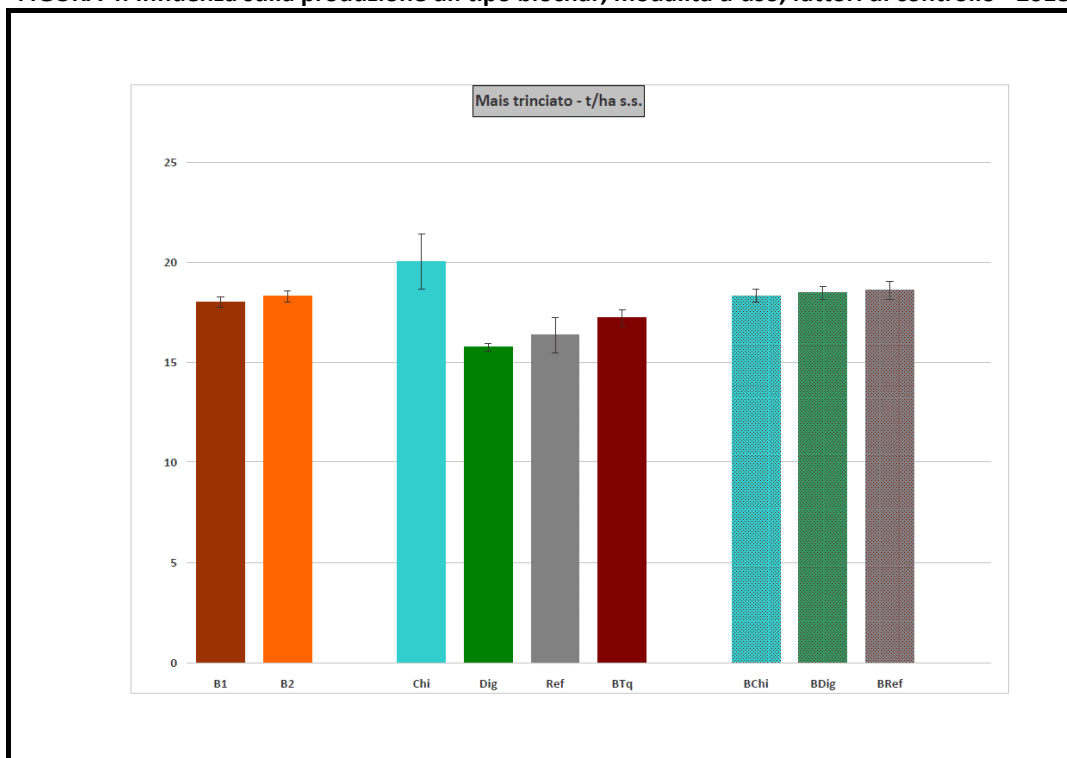
Analizzando i risultati per i principali fattori considerati nel campo dimostrativo (tipo di biochar, modalità d'uso e concimazioni di controllo) si riscontra come i due biochar, considerati nell'insieme delle modalità di uso (tal



INFOCHAR
**Dimostrazione e divulgazione dell'efficacia agronomica ed ambientale dell'uso
del biochar in ambito cerealicolo-foraggero intensivo**
CUP: E66G17000240007

quale, associati a concimazione chimica, a digestato e a refluo), hanno fornito rese simili. L'insieme dei due biochar associati ai fertilizzanti (Figura 4) ha ottenuto produzioni simili a quelle dei controlli fertilizzati, ma anche quando usati da soli (tal quale) hanno fornito produzioni non significativamente diverse dai controlli fertilizzati.

FIGURA 4. Influenza sulla produzione di: tipo biochar, modalità d'uso, fattori di controllo - 2018



Volendo valutare l'effetto del biochar sulle fertilizzazioni di controllo (Figura 5), si evidenzia come il biochar abbia mediamente provocato una diminuzione delle rese quando associato a concimazione chimica (-8.6%); al contrario, associato a digestato o a refluo, determina un aumento produttivo (+17% con digestato e +14% con refluo zootecnico).

L'analisi dell'influenza delle fertilizzazioni sul biochar (Figura 6) evidenzia come l'integrazione del biochar con la concimazione chimica/digestato/refluo determina un modesto incremento produttivo (<10%) rispetto all'uso del biochar tal quale (senza fertilizzazione in aggiunta): +6,5% con concimazione chimica, +7,4% con digestato, +8,1% con refluo zootecnico.

Il confronto delle analisi riportate nelle figure seguenti sono coerenti nell'indicare come, nelle condizioni colturali in essere, l'associazione del biochar con la fertilizzazione liquida organica (digestato e refluo) è più efficace ai fini della produzione di trinciato integrale rispetto all'associazione con la concimazione chimica (urea), fermo restando che trattasi di dati relativi ad una singola stagione colturale.



INFOCHAR
**Dimostrazione e divulgazione dell'efficacia agronomica ed ambientale dell'uso
del biochar in ambito cerealicolo-foraggero intensivo**
CUP: E66G17000240007

FIGURA 5. Effetto biochar sulle fertilizzazioni: variazione % delle rese - 2018

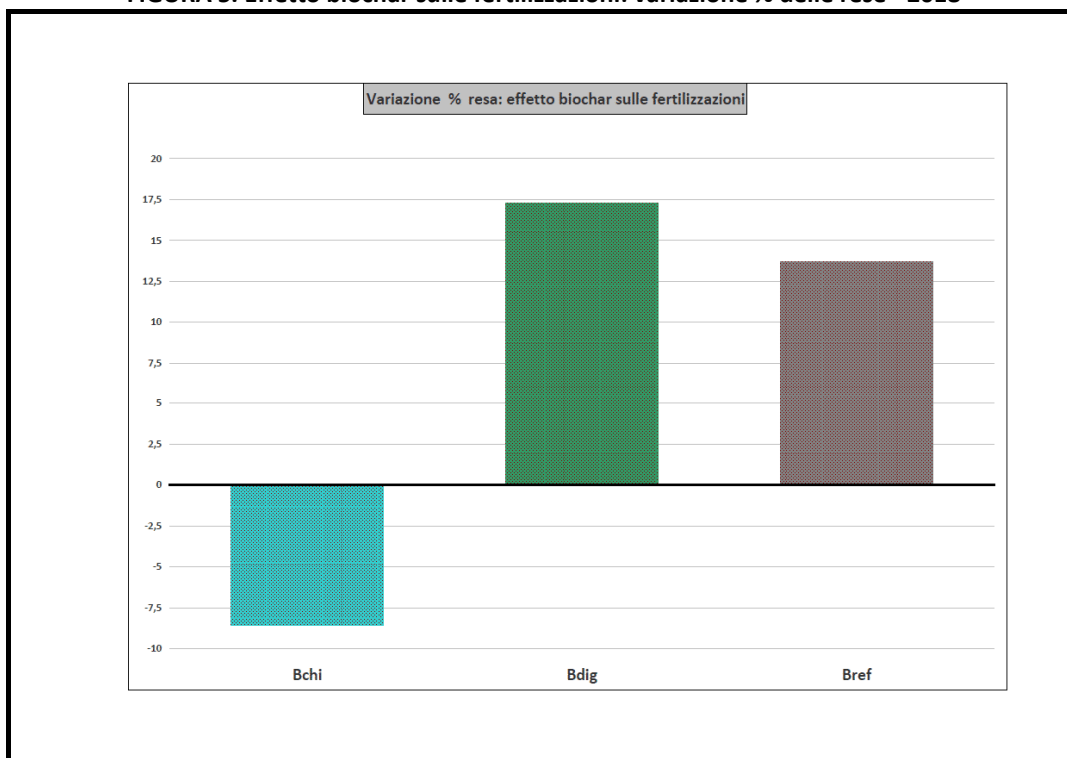
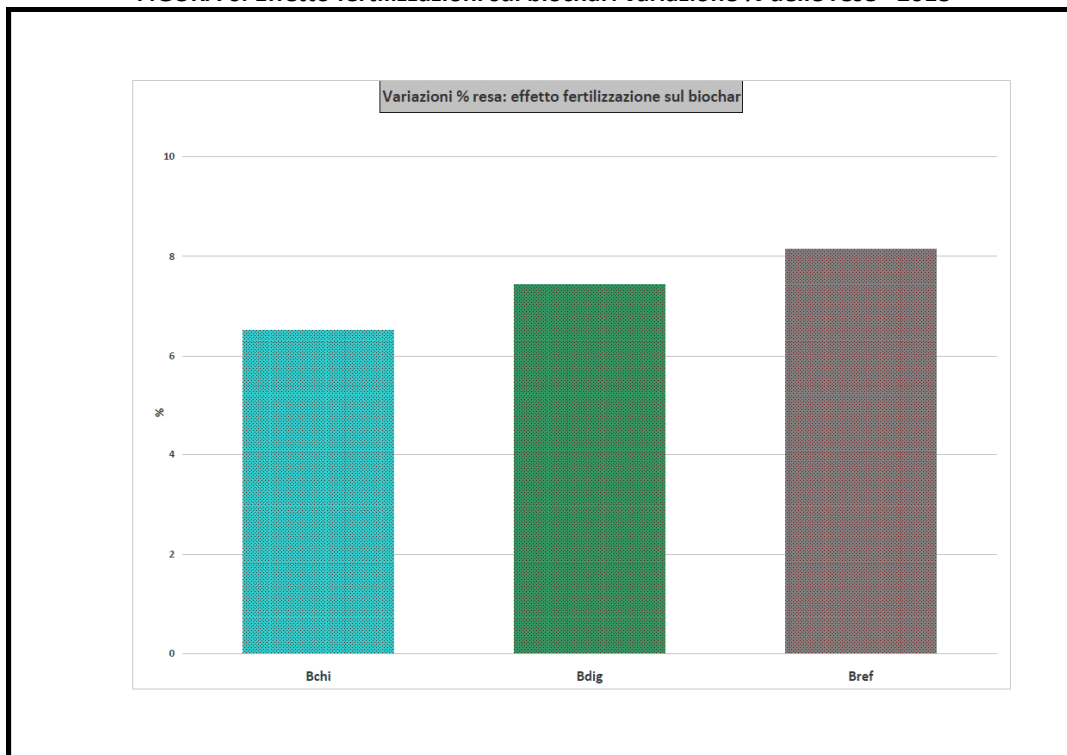


FIGURA 6. Effetto fertilizzazioni sul biochar: variazione % delle rese - 2018



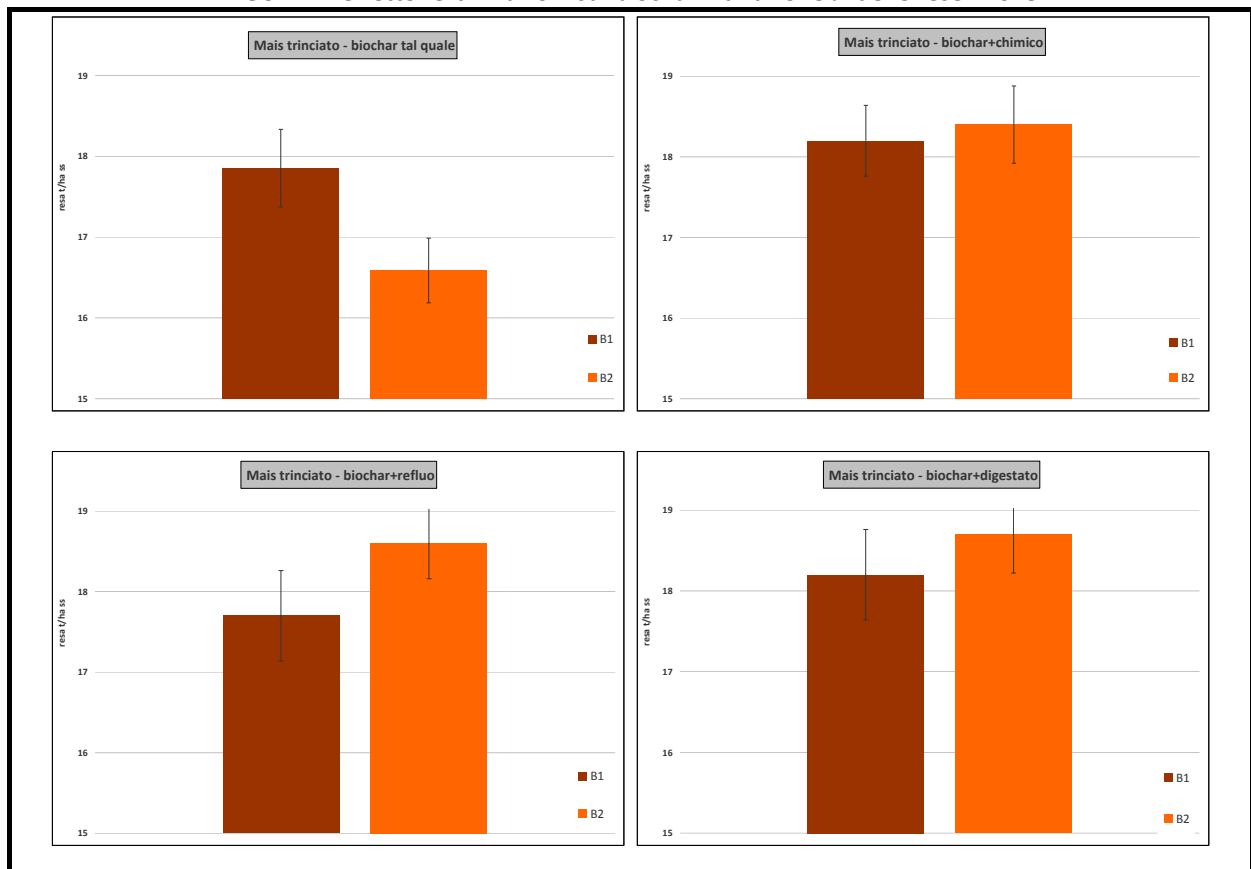
PSR LOMBARDIA
2014 2020 L'INNOVAZIONE
METTERADICI



INFOCHAR
**Dimostrazione e divulgazione dell'efficacia agronomica ed ambientale dell'uso
del biochar in ambito cerealicolo-foraggero intensivo**
CUP: E66G17000240007

Le rese di mais trinciato integrale analizzate per i due diversi biochar (B1 e B2) nelle diverse modalità di uso (tal quale, associato a concimazione chimica, a digestato e a refluo zootecnico) mostrano risultati interessanti (Figura 7). Se i due biochar forniscono produzioni simili quando mediati su tutte le quattro modalità d'uso, considerati separatamente mostrano invece effetti differenti. Nella modalità d'uso tal quale il biochar 1 ha fornito rese superiori al biochar 2 (per tutte le dosi considerate). Nelle altre modalità d'uso (in associazione con concimazione chimica, o digestato, o refluo) il biochar 2 mostra rese superiori (maggiormente quando in associazione con refluo zootecnico).

FIGURA 7. effetto fertilizzazioni sul biochar: variazione % delle rese - 2018



Questo esito può essere spiegato valutando le caratteristiche di base delle due tipologie di biochar utilizzati. Il biochar 1 presenta un'elevata dotazione di ceneri e maggior contenuto in fosforo e potassio, che potrebbe spiegare il maggior effetto nel breve periodo sulla resa rispetto al biochar 2 quando utilizzato tal quale.

Difficile invece spiegare da subito la miglior efficienza del biochar 2 quando utilizzato in consociazione con le altre fertilizzazioni; i fattori in gioco possono essere molteplici e la bibliografia scientifica offre diversi spunti, fra i quali: riduzione lisciviazione nutrienti, influenza sul ciclo dell'azoto, maggior efficienza nell'uso del fosforo.

Questo aspetto sarà oggetto di approfondimento nel corso del secondo anno di attività del progetto.

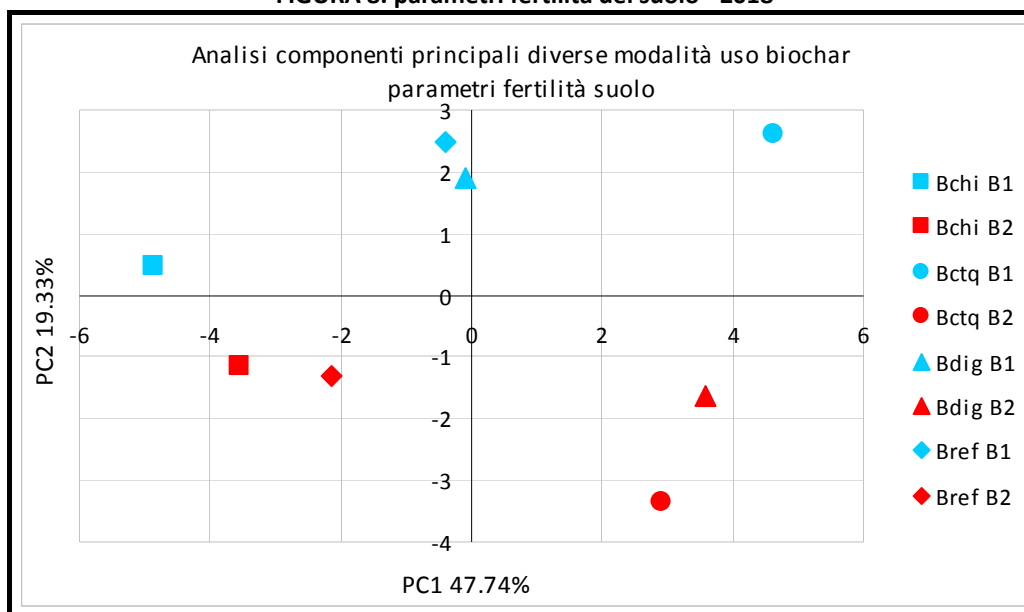


INFOCHAR
**Dimostrazione e divulgazione dell'efficacia agronomica ed ambientale dell'uso
del biochar in ambito cerealicolo-foraggero intensivo**
CUP: E66G17000240007

Le analisi effettuate sul **suolo** a fine ciclo del mais ha fornito risultati interessanti. Occorre tuttavia premettere quanto segue: l'aratura del campo, effettuata successivamente la distribuzione dei fattori della produzione e precedentemente la semina del mais, ha portato il biochar nella parte più profonda del suolo (a circa 30 cm di profondità), non permettendo un'uniforme distribuzione dello stesso nello strato colturale. Questo fattore può aver influenzato significativamente gli esiti delle indagini di laboratorio, oltre che quelli relativi alla produzione, emissione gas serra, contenuto di azoto e fosforo nella soluzione circolante, anche riducendo l'effetto atteso dall'apporto di biochar. Per tale motivo ci si prefigge per la prossima campagna primaverile di effettuare una lavorazione del terreno mediante vangatura.

Prima di esporre i risultati dei parametri che maggiormente hanno evidenziato risultati interessanti, in [Figura 8](#) si riporta graficamente l'analisi per componenti principali riguardanti le diverse modalità di utilizzo del biochar (tal quale o associato agli altri fattori della produzione): la distribuzione nei quadranti delle diverse modalità di utilizzo per le due diverse tipologie di biochar impiegati è evidenza della differente influenza che i due biochar hanno avuto sui parametri di fertilità del suolo.

FIGURA 8. parametri fertilità del suolo - 2018



Nelle figure seguenti si riportano i risultati maggiormente significativi. In ogni grafico viene anche riportato il dato del medesimo parametro misurato su campione di terreno prelevato dal campo sperimentale nell'aprile 2018 (prima dell'avvio delle attività di campo. L'eventuale presenza di uno sfondo verde chiaro evidenzia l'intervallo di valori considerati normali per quello specifico parametro, mentre le barre presenti sugli istogrammi rappresentano l'errore standard (non presente per il trattamento con sola concimazione chimica, o solo digerato, o solo refluo zootecnico, in quanto il dato è il risultato di un'unica determinazione). Le barre B, B1 e B2 includono tutte le parcelle dove sono presenti i biochar (tal quali o con altri fattori della produzione).

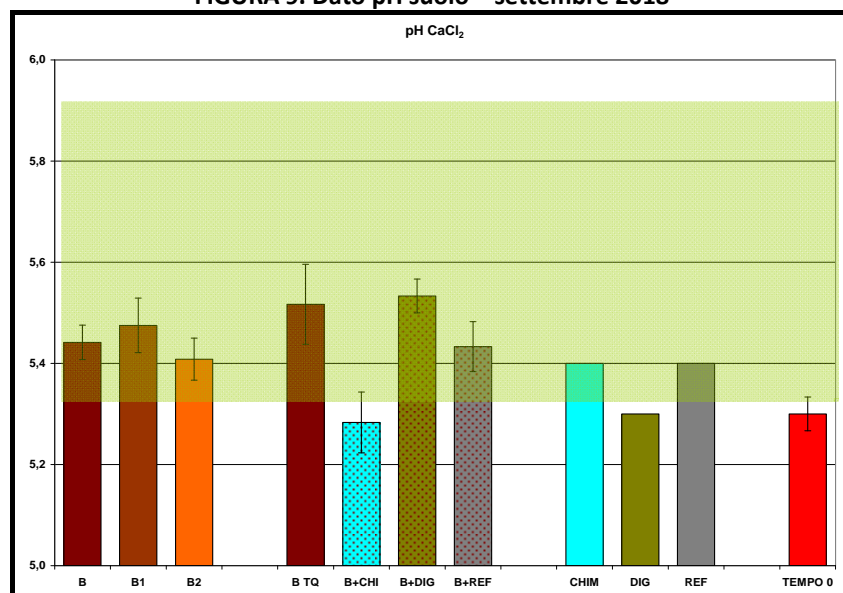
In [Figura 9](#) si riportano i risultati del valore di pH (in soluzione salina); tale parametro ha subito una moderata influenza dall'apporto di biochar. Il massimo incremento (solo 0,2 unità di pH rispetto al valore riscontrato al



INFOCHAR
**Dimostrazione e divulgazione dell'efficacia agronomica ed ambientale dell'uso
del biochar in ambito cerealicolo-foraggero intensivo**
CUP: E66G17000240007

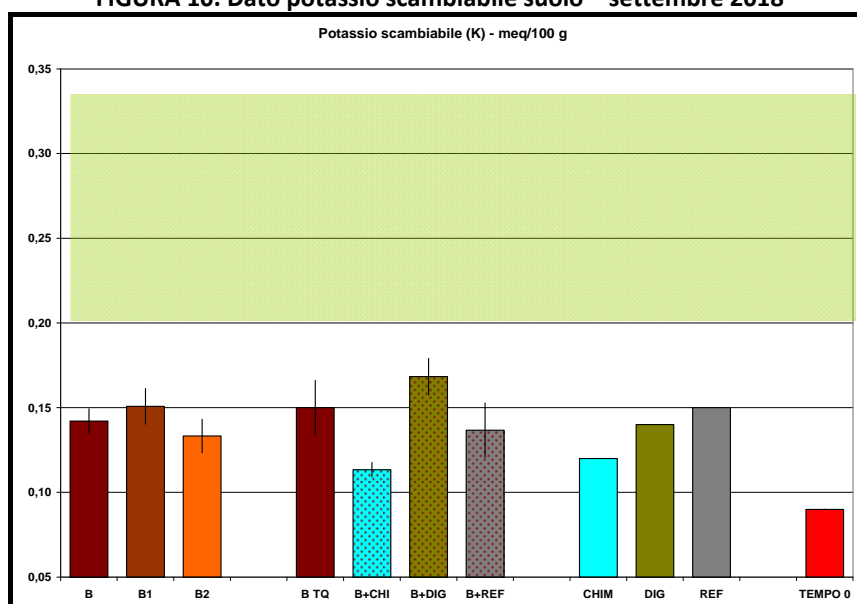
tempo zero) lo si evidenzia in presenza del biochar 1 (nelle diverse modalità di applicazione e dosi), dei biochar distribuiti senza altri fattori della produzione, dei biochar distribuiti con digestato. In termini assoluti, è il biochar 1 alla dose massima il trattamento che ha evidenziato il valore più alto di pH (5,8).

FIGURA 9. Dato pH suolo – settembre 2018



Il parametro CSC (capacità di scambio cationico) ha evidenziato un aumento in presenza di biochar; significativo l'incremento del potassio scambiabile (Figura 10), che pur restando al di sotto degli intervalli di normalità, evidenzia significativo incremento in presenza di biochar, anche rispetto alla tesi concimazione chimica, che pur ha previsto un apporto significativo di tale elemento. Anche in questo caso è il biochar 1 che evidenzia il maggior effetto sul parametro.

FIGURA 10. Dato potassio scambiabile suolo – settembre 2018



PSR LOMBARDIA
L'INNOVAZIONE
METTERADICI
2014 2020



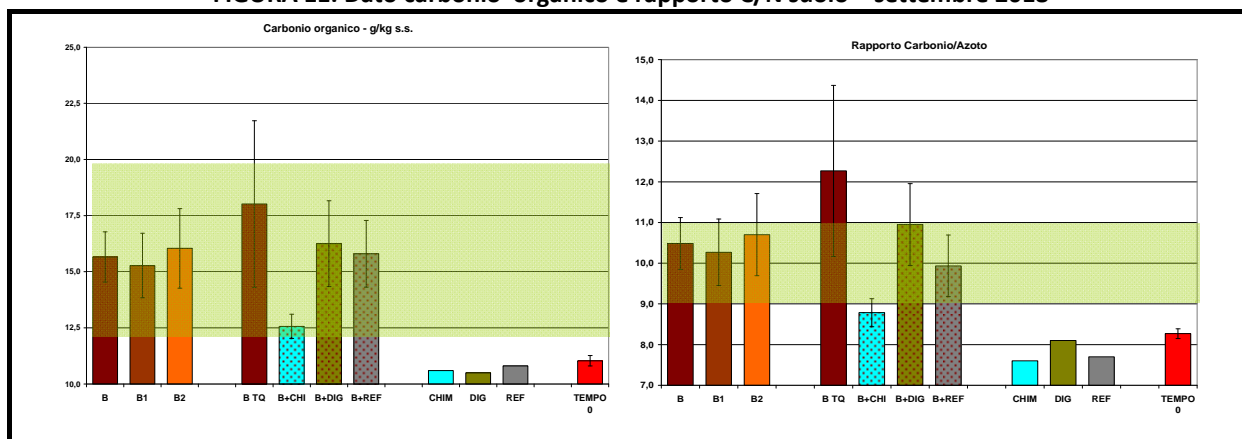
INFOCHAR

Dimostrazione e divulgazione dell'efficacia agronomica ed ambientale dell'uso del biochar in ambito cerealicolo-foraggero intensivo

CUP: E66G17000240007

Come ci si attendeva, rilevante l'effetto dell'applicazione di biochar sul parametro carbonio organico (dal quale deriva il dato complessivo di sostanza organica). Come evidenzia la [Figura 11](#), l'influenza del digestato e del refluo (utilizzati tal quali) è alquanto moderata (quasi assente), dato che mostra come tali matrici non siano in grado di apportare carbonio organico in forma stabile (la dotazione di carbonio risulta praticamente invariata rispetto al tempo zero). L'apporto da parte del biochar è alquanto significativo. L'incremento quando utilizzato tal quale era atteso, mentre interessante è l'incremento quando il biochar è stato utilizzato unitamente a digestato o a refluo; questo dato porta a ipotizzare come il biochar diminuisca la lisciviazione del carbonio contenuto in queste due matrici, fissandolo al suo interno. Anche il rapporto C/N (parametro che fornisce una sommaria indicazione del grado di stabilità della sostanza organica presente nel suolo), basso sia in fase di pre-progetto che nelle tesi di controllo, raggiunge in presenza di biochar valori che rientrano nel range ottimale.

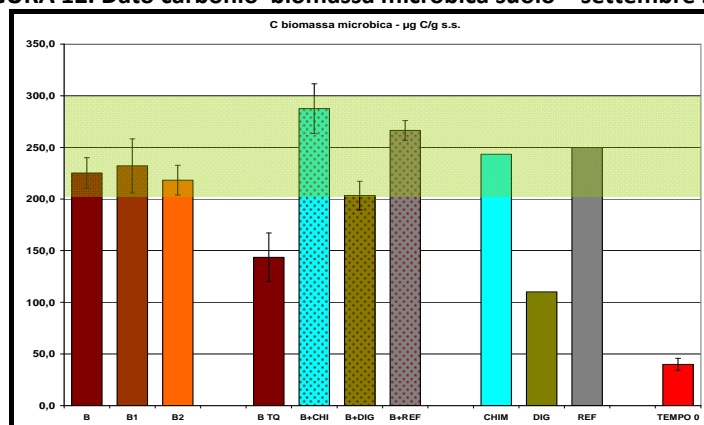
FIGURA 11. Dato carbonio organico e rapporto C/N suolo – settembre 2018



Non significativa l'influenza sul fosforo assimilabile (Olsen), mentre una certa influenza positiva si riscontra sull'acqua disponibile per le piante in presenza di biochar (moderato incremento).

Il carbonio della biomassa microbica ([Figura 12](#)) è risultato positivamente influenzato da ciascun fattore della produzione distribuito, tal quale o unitamente al biochar. Digestato e biochar utilizzati singolarmente (tal quale) hanno sortito mediamente i minori effetti, mentre proficuo è stato l'abbinamento del biochar con concimazione chimica, digestato o refluo zootecnico.

FIGURA 12. Dato carbonio biomassa microbica suolo – settembre 2018



INFOCHAR
**Dimostrazione e divulgazione dell'efficacia agronomica ed ambientale dell'uso
del biochar in ambito cerealicolo-foraggero intensivo**
CUP: E66G17000240007

Il monitoraggio relativo ai **gas a effetto serra** effettuato nel corso della coltivazione del mais (dalla semina alla raccolta) ha permesso di evidenziare le emissioni per i singoli fattori della produzione utilizzati e valutare la capacità del biochar a contrastarle.

I principali gas a effetto serra (GHG) in agricoltura sono l'anidride carbonica (CO₂), il metano (CH₄) e il protossido d'azoto (N₂O). Nel suolo l'anidride carbonica si produce essenzialmente dall'ossidazione della sostanza organica e dalla degradazione microbica, mentre il metano si produce quando della sostanza organica si decompone in un ambiente povero di ossigeno (ad esempio, nelle risaie in condizione di sommersione: il protossido di azoto viene prodotto dalla trasformazione microbica dell'azoto (ciclo dell'azoto). In genere le emissioni di anidride carbonica sono naturalmente compensate dall'assorbimento naturale, portando ad un modesto contributo da parte dell'agricoltura all'emissione globale di questo specifico gas. Differente invece la questione per metano e protossido di azoto: all'agricoltura viene imputato un ruolo predominante per l'emissione del metano (in particolar modo dalle attività zootecniche e in minor misura dal suolo), mentre per il protossido di azoto l'agricoltura sembra contribuire per almeno la metà del totale delle emissioni globali. In Italia, l'emissione dei GHG da parte del settore agricolo è circa il 7% del totale (mediamente 10% in tutta la EU): il settore energetico contribuisce per oltre l'83%, quello industriale per il 6% e quello dei rifiuti per il 4. La minor percentuale italiana è legata alla minore superficie ad uso agricolo rispetto ai grandi produttori europei. La decrescita dei GHG (-16% dal 1990 al 2015) è dovuto alla diminuita disponibilità di suolo agricolo, al minor numero di animali allevati (la zootecnia contribuisce per il 50% dei gas serra agricoli) e alla diminuzione dei concimi azotati. Quello che è importante sottolineare è che metano e protossido di azoto hanno un significativo maggiore effetto serra (che porta al riscaldamento globale) rispetto all'anidride carbonica; tale attività viene misurata in equivalenti di CO₂ (Global Warming Potential): fatta pari a 1 l'attività dell'anidride carbonica, quella del metano è 28 volte maggiore e quella del protossido d'azoto 265 volte (stima IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change – Fifth Assessment Report).

L'attività perseguita nel progetto INFOCHAR ha permesso di ottenere risultati interessanti, in linea con i dati bibliografici disponibili per le emissioni della coltivazione primaverile-estiva di mais.

Il dato più significativo lo si è ottenuto per il protossido di azoto, per il quale è stato possibile individuare una significativa influenza della presenza del biochar.

Come mostrato in Figura 13, il fattore digestato è quello che maggiormente ha emesso azoto da N₂O; l'accoppiamento del digestato con biochar ha permesso di ridurre significativamente l'emissione in azoto. Entrambe le tipologie di biochar, applicate singolarmente, hanno evidenziato le minor emissioni; modesta l'influenza del biochar sulle emissioni prodotte dalla presenza della concimazione chimica o del liquame.

Il Figura 14 il grafico evidenzia le emissioni dei singoli fattori della produzione: il biochar è il fattore che meno contribuisce all'emissione di azoto.



INFOCHAR
**Dimostrazione e divulgazione dell'efficacia agronomica ed ambientale dell'uso
del biochar in ambito cerealicolo-foraggero intensivo**
CUP: E66G17000240007

FIGURA 13. Emissioni cumulate di azoto da N₂O – mais 2018

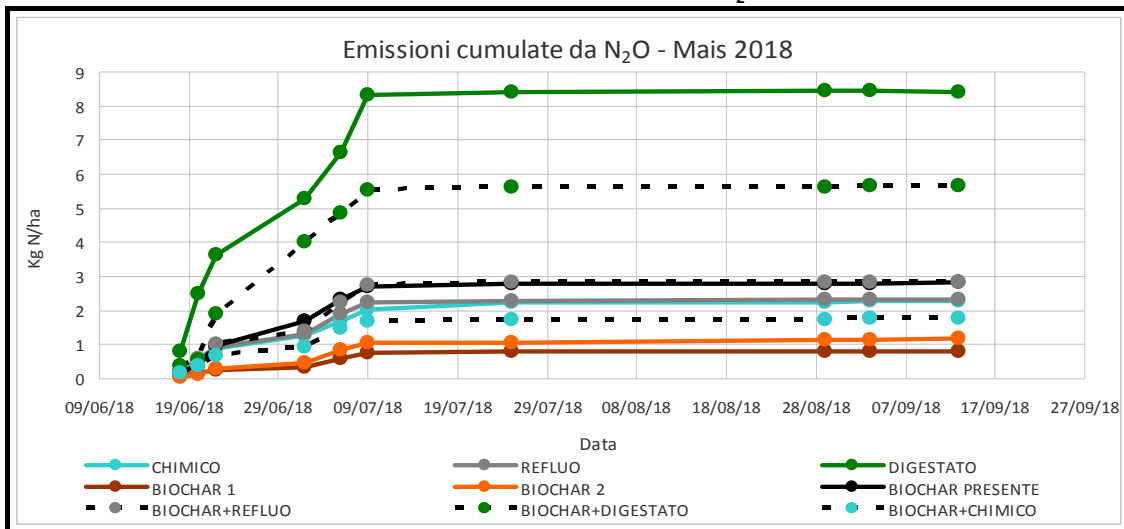
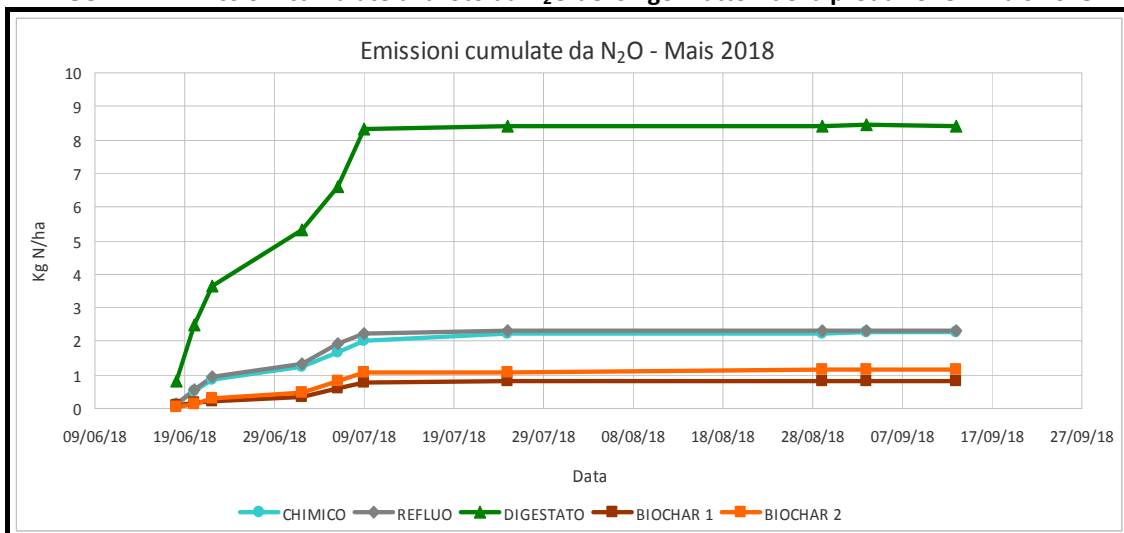


FIGURA 14. Emissioni cumulate di azoto da N₂O dei singoli fattori della produzione – mais 2018



Alquanto modesti e irrilevanti sono risultate le emissioni di metano. In Figura 15 si riporta il dato relativo al liquame, distribuito tal quale o unitamente a biochar: il biochar sembra influire positivamente sull'emissione cumulata di carbonio da metano.

Per quanto riguarda le emissioni in CO₂, in Figura 16 si riportano i risultati ottenuti per i singoli fattori della produzione. Dal grafico si evince come il biochar 2 (utilizzato tal quale) abbia un'emissione superiore rispetto agli altri fattori. IN termini generali è però possibile evidenziare come il biochar impiegato con la concimazione chimica, con il digestato o con refluo non ne modifichi significativamente il valore di emissione cumulato, anzi, presenta un effetto di riduzione quando applicato con il refluo.

FIGURA 15. Emissioni cumulate di carbonio da CH₄ – mais 2018



Regione Lombardia

INFOCHAR
**Dimostrazione e divulgazione dell'efficacia agronomica ed ambientale dell'uso
del biochar in ambito cerealicolo-foraggero intensivo**
CUP: E66G17000240007

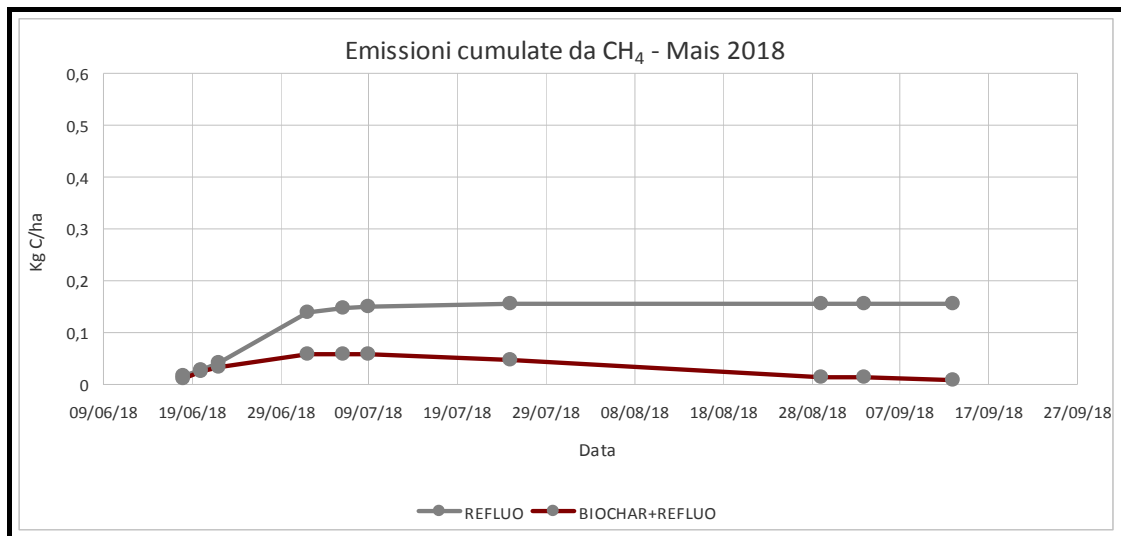
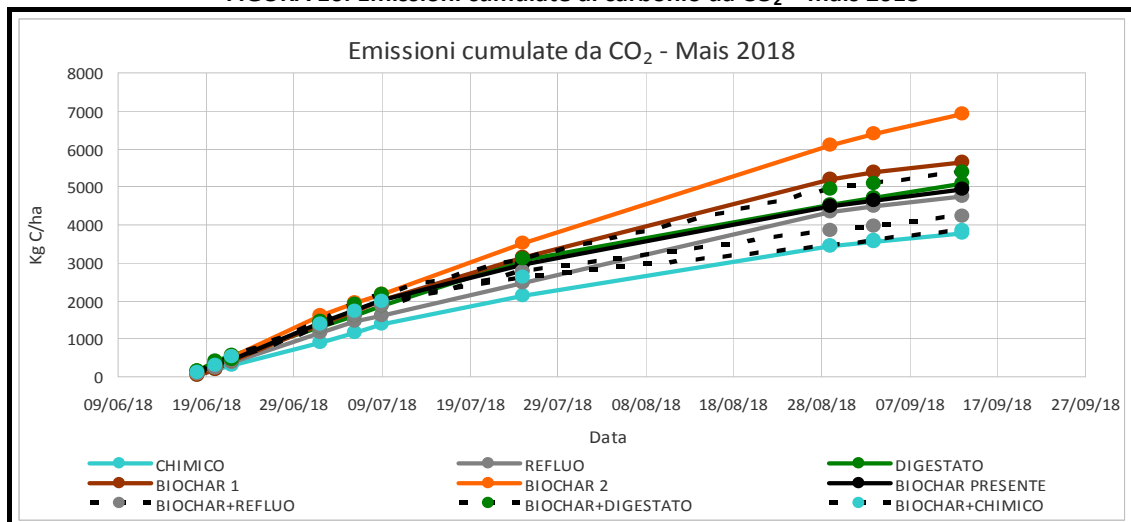


FIGURA 16. Emissioni cumulate di carbonio da CO₂ – mais 2018



In ultimo si riporta in Figura 17 un grafico riassuntivo che riporta la somma delle emissioni in CO₂ equivalenti.

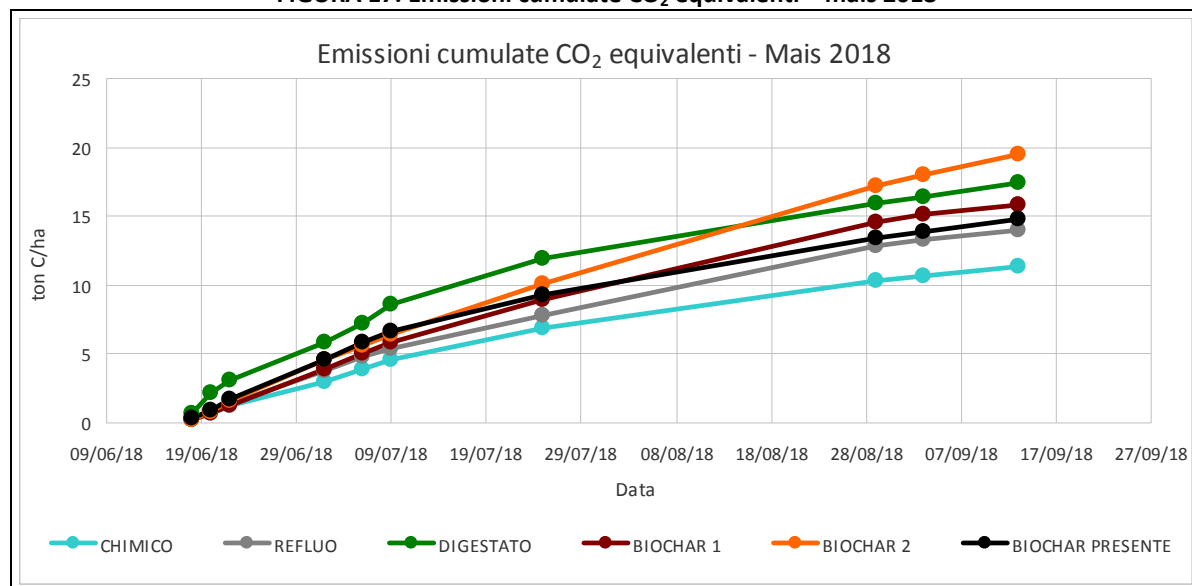
Il biochar 2 utilizzato tal quale risulta complessivamente il fattore di maggior emissione, dovuta alla maggior emissione in CO₂; tuttavia, il fattore biochar (biochar presente con o senza gli altri fattori produttivi) mediamente risulta significativamente superiore alla sola concimazione chimica. Si rileva inoltre che il biochar associato a digestato o concimazione chimica non ha influito sull'emissione globale in CO₂ equivalenti (somma delle emissioni dei 3 gas serra indagati), mentre con liquame si percepisce una riduzione.

Un'influenza sulle emissioni del biochar tal quale era attesa nel corso del primo anno di distribuzione; sarà interessante valutare il comportamento nel corso della stagione culturale del 2019, dove un abbattimento delle emissioni, sia in presenza del solo biochar, sia in unione con gli altri fattori della produzione, è atteso.



INFOCHAR
**Dimostrazione e divulgazione dell'efficacia agronomica ed ambientale dell'uso
del biochar in ambito cerealicolo-foraggero intensivo**
CUP: E66G17000240007

FIGURA 17. Emissioni cumulate CO₂ equivalenti – mais 2018



Il monitoraggio effettuato con i lisimetri a 60 cm di profondità) attraverso il prelievo della **soluzione circolante** del suolo per la determinazione di azoto nitrico e fosforo ha fornito risultati poco interpretabili, anche in funzione di alcune problematiche emerse durante le attività, tra le quali anche l'andamento climatico, in certi periodi poco piovoso.

Comunque, dai risultati ottenuti nel corso della stagione colturale, la concentrazione riscontrata in azoto nitrico e fosforo solubile non sembra essere stata influenzata significativamente dalle modalità di uso del biochar e dagli altri fattori della produzione. In relazione alla variabile "dosaggio", i valori più elevati di azoto nitrico riscontrati alla dose di biochar più bassa porta ad ipotizzare come tale quantità non sia sufficiente a intercettare la soluzione dello strato arato, mentre la dose intermedia (20 t/ha s.s.) sembrerebbe rappresentare la dose ottimale. Al contrario, in relazione al parametro fosforo solubile, la presenza di fosforo aumenti all'aumentare della dose di biochar, il che porta a pensare a una dinamica di cessione da parte del biochar, oltre che a un'influenza nella messa a disposizione del fosforo presente nel suolo, come riscontrato in altri studi scientifici.

Il comportamento differente dei due elementi lo si riscontra anche nell'andamento delle concentrazioni nei 4 prelievi stagionali: l'azoto nitrico presenta un trend di diminuzione con l'avanzare della stagione vegetativa, coerente con l'accrescimento vegetativo/riproduttivo della coltura; l'andamento del fosforo è risultato invece essere l'opposto.

Nel corso della stagione colturale del 2019 i monitoraggi con i piezometri saranno effettuati in contemporanea con quello sui gas serra, al fine di valutare un'eventuale interazione dei risultati che permettano di meglio leggere i dati che si otterranno.

