

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

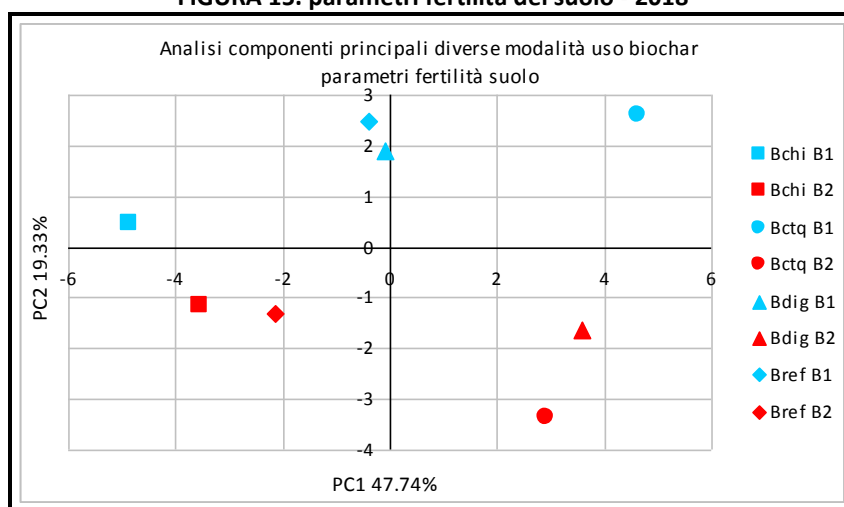
**SINTESI RISULTATI ATTIVITA' DI MONITORAGGIO NEI 2 ANNI DI PROGETTO.**

**IL SUOLO**

Le **analisi** effettuate sul **suolo** al termine dei due cicli produttivi del mais (settembre 2018 e settembre 2019) hanno fornito risultati interessanti. Occorre però specificare quanto segue: l'aratura del campo nel 2018, effettuata successivamente la distribuzione dei fattori della produzione, ha portato il biochar a posizionarsi nella parte più profonda del suolo (a circa 25-30 cm di profondità), non permettendo un'uniforme distribuzione dello stesso nello strato colturale. Le successive lavorazioni per la semina della loiessa e per la semina del mais 2019 hanno portato ad una sua più uniforme distribuzione nei primi 30 cm di spessore del terreno. Questo aspetto può aver influito sugli esiti analitici riferiti alle due diverse annate.

In Figura 15 si riporta graficamente l'analisi per componenti principali riguardante l'insieme dei 25 parametri di fertilità del suolo rilevati a fine 2018 nelle parcelle con diverse modalità di utilizzo del biochar (tal quale o associato agli altri fattori della produzione): la distribuzione nei quadranti separa chiaramente i due biochar per la componente principale 2 (PC2) indicando una differente influenza dei due biochar, costante in tutte le modalità di uso, su alcuni parametri della fertilità del suolo.

**FIGURA 15. parametri fertilità del suolo - 2018**



Nelle figure seguenti si riportano in forma grafica alcuni dei principali risultati ottenuti). Le barre B, B1 e B2 includono tutte le parcelle dove sono presenti i biochar (tal quali o con altri fattori della produzione).

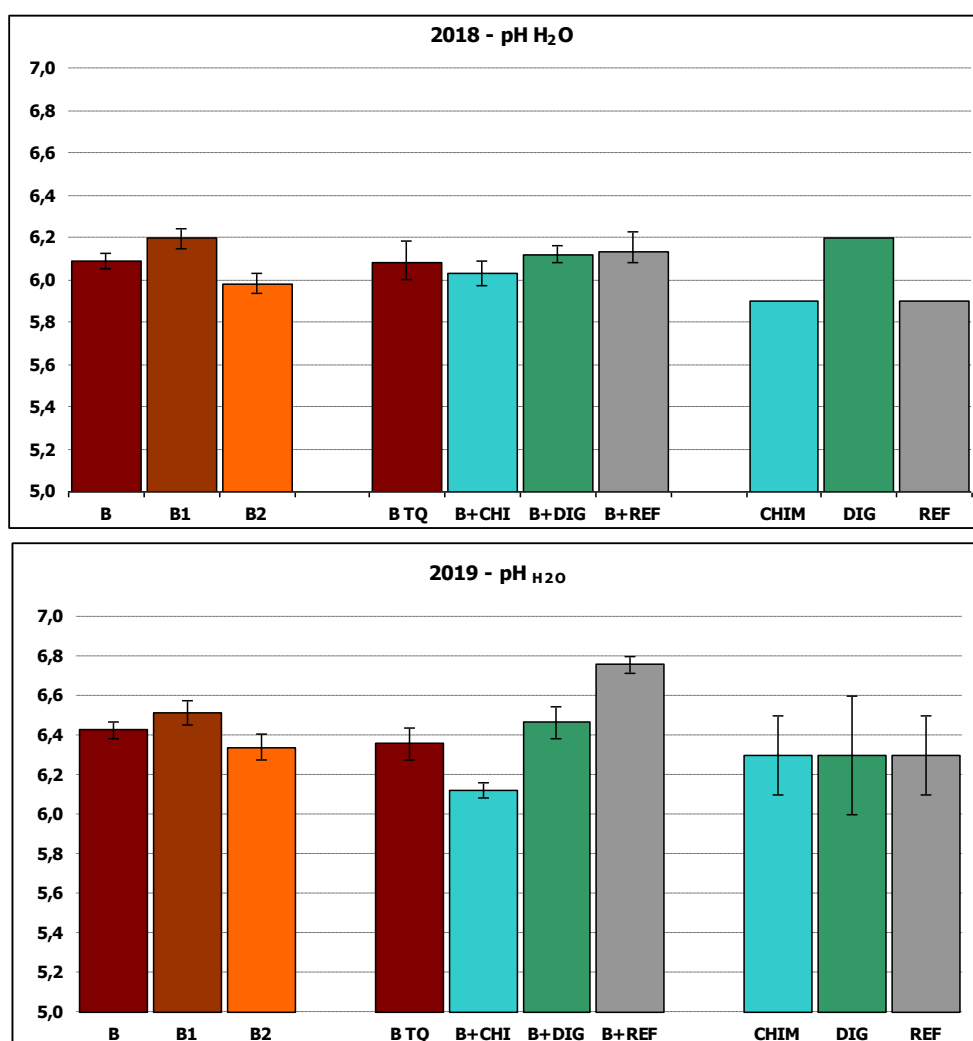
In Figura 16 sono raffigurati i risultati del valore di pH; il valore rilevato nel 2019 è mediamente più elevato rispetto a quello ottenuto l'anno precedente. Non risultano significativi incrementi di pH nelle tesi con presenza di biochar; il Biochar 2 sembra però influire maggiormente rispetto al Biochar 1.

**FIGURA 16. Dato pH suolo – 2018-2019**



## INFOCHAR

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



In Figura 17 si riporta il dato della CSC (capacità di scambio cationico) ottenuto nel 2019 (andamento non differente rispetto all'anno precedente). Il parametro evidenzia un aumento in presenza di biochar rispetto ai controlli senza biochar, senza differenze particolari fra le due tipologie di prodotto.

Interessante il dato relativo al potassio scambiabile (Figura 18). Il terreno al tempo zero presentava una significativa carenza in potassio (0,09 meq/100 g s.s.). Nel primo anno importante è risultato l'apporto di questo elemento sia da parte dei due biochar quanto dal digestato e dal refluo zootecnico, che hanno lasciato alla fine del primo ciclo mais una riserva nel suolo rispetto alla concimazione chimica, il cui apporto di elemento è stato totalmente asportato dalla coltura. Alla fine del secondo ciclo (settembre 2019) possiamo affermare che l'apporto di potassio da parte del biochar distribuito nel 2018 si è esaurito.



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

FIGURA 17. Dato CSC - settembre 2019

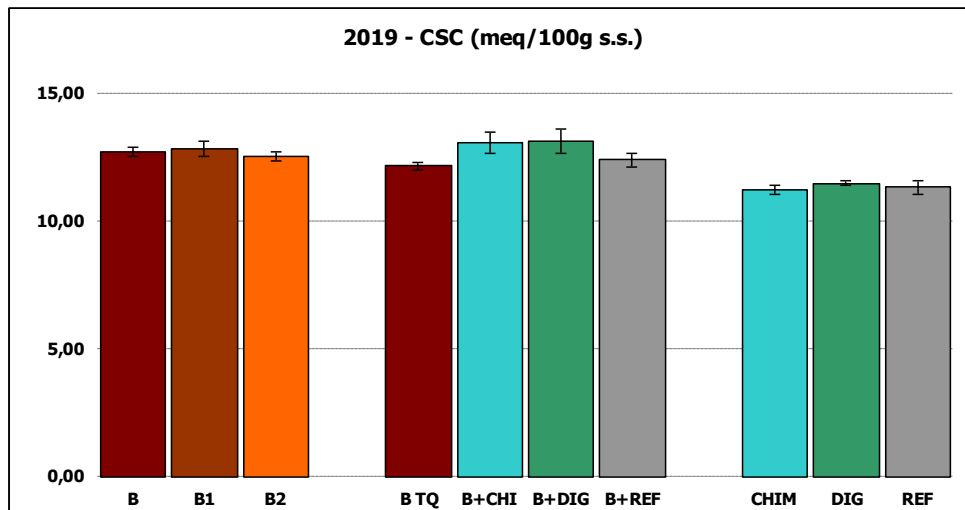
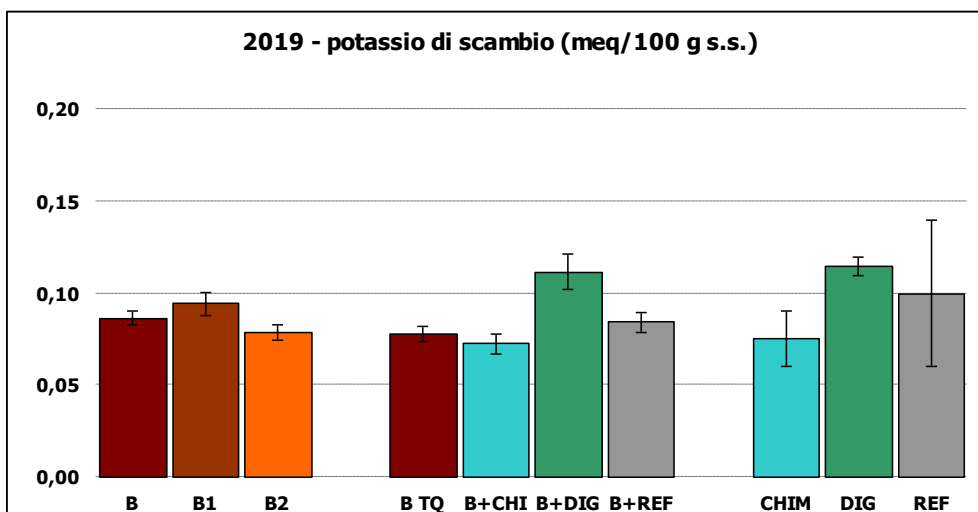
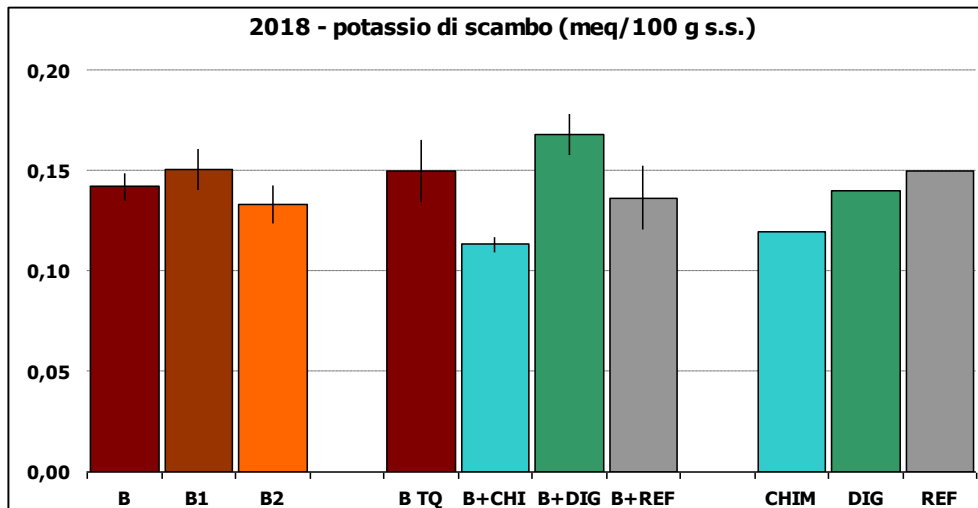


FIGURA 18. Dato potassio scambiabile suolo – 2018-2019



In relazione al fosforo assimilabile (dotazione al tempo zero pari a 18 mg/kg s.s.), si evidenzia come l'apporto di biochar nel 2018 abbia determinato un significativo incremento della disponibilità di tale elemento, così come il



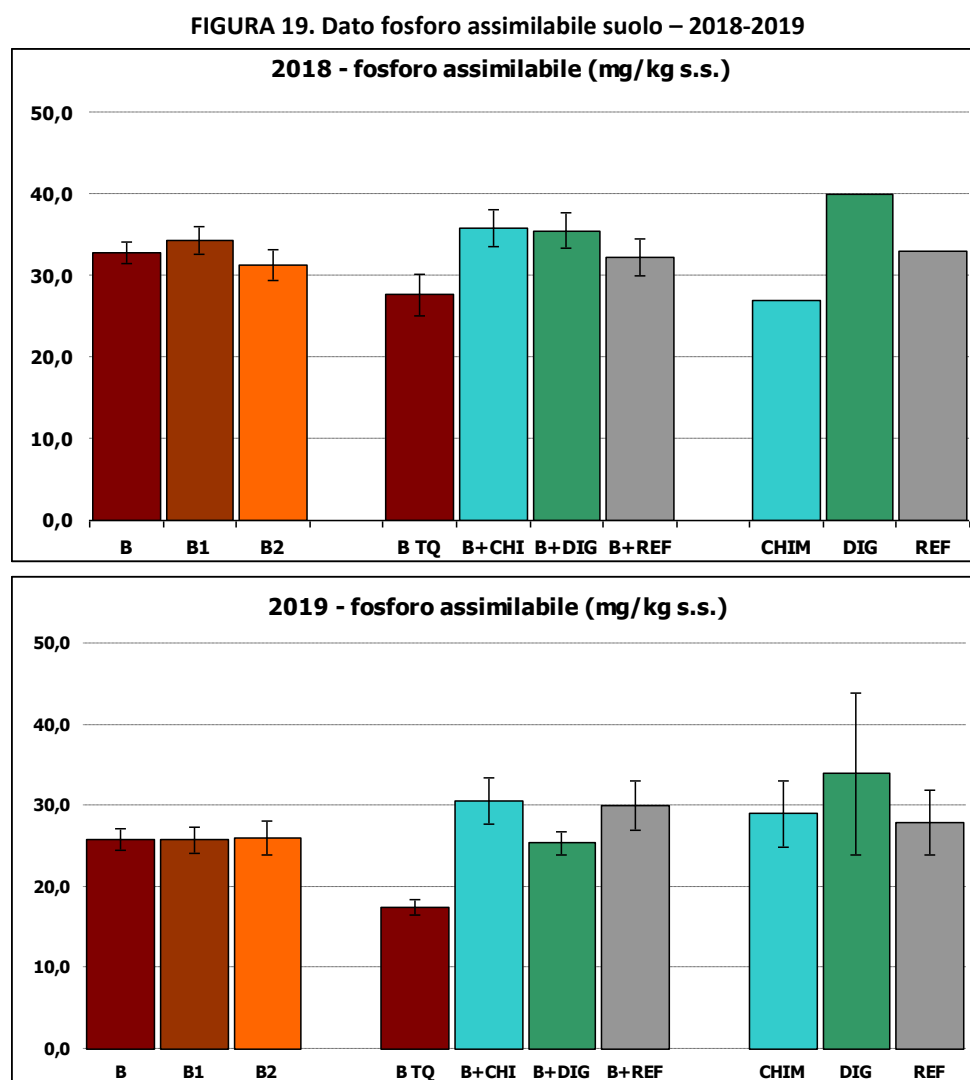
PSR LOMBARDIA  
L'INNOVAZIONE  
METTERADICI  
2014 2020



## INFOCHAR

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

resto dei fattori della produzione, disponibilità che risulta però inferiore a fine ciclo mais 2019 (Figura 19). I dati evidenziano pertanto un apporto iniziale da parte del biochar che, come ci si attendeva, è stato più significativo nel primo anno per il Biochar 1.



In Figura 20 i dati di sostanza organica presente nel suolo; il contenuto rilevato al tempo zero (18 g/kg s.s.) è sostanzialmente quello che si rileva ancora nel 2018 e nel 2019 nel controllo con concimazione chimica. I dati sono più elevati, come ci si attendeva, nelle tesi con la presenza di biochar (tal quale o in associazione agli altri fattori della produzione); il calo a fine 2019 è dovuto alla presenza di una frazione di carbonio labile presente nel biochar. Interessante il dato di sostanza organica nei controlli con solo digestato o solo refluo zootecnico, che non presentano differenze rispetto al controllo chimico: la sostanza organica apportata con questi due ammendanti è labile e degradabile nell'arco di una stagione vegetativa.



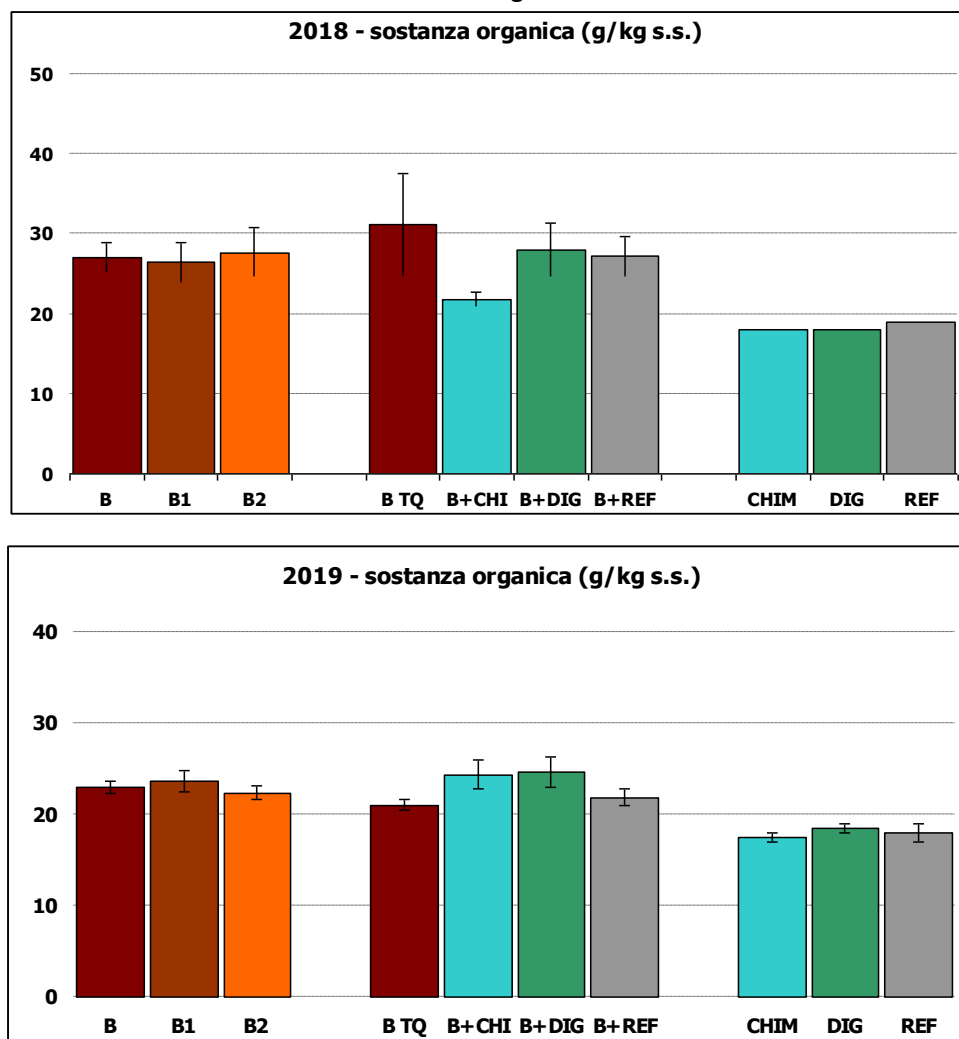
**PSR** LOMBARDIA  
L'INNOVAZIONE  
METTERADICI  
2014 2020



## INFOCHAR

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

FIGURA 20. Dato sostanza organica suolo – 2018-2019



Il carbonio della biomassa microbica (Figura 21), considerando il basso valore di partenza (40 ugC/g s.s. al tempo zero), è risultato positivamente influenzato da ciascun fattore della produzione distribuito, tal quale o unitamente al biochar. Tuttavia, alla fine del 2019 si rileva un significativo decremento in tutte le parcelle oggetto di monitoraggio, decremento che potrebbe essere stato influenzato dalle condizioni climatiche maggiormente critiche del 2019, in particolare per quanto riguarda l'andamento delle precipitazioni.

Anche gli altri parametri che contribuiscono al calcolo dell'Indice di Fertilità Biologica (IFB), eccezion fatta per il carbonio organico, hanno fornito nel 2019 risultati meno performanti rispetto al 2018: minor attività respiratoria, quoziente di mineralizzazione più basso, minor efficienza metabolica dei microrganismi (valore del quoziente metabolico più alto).



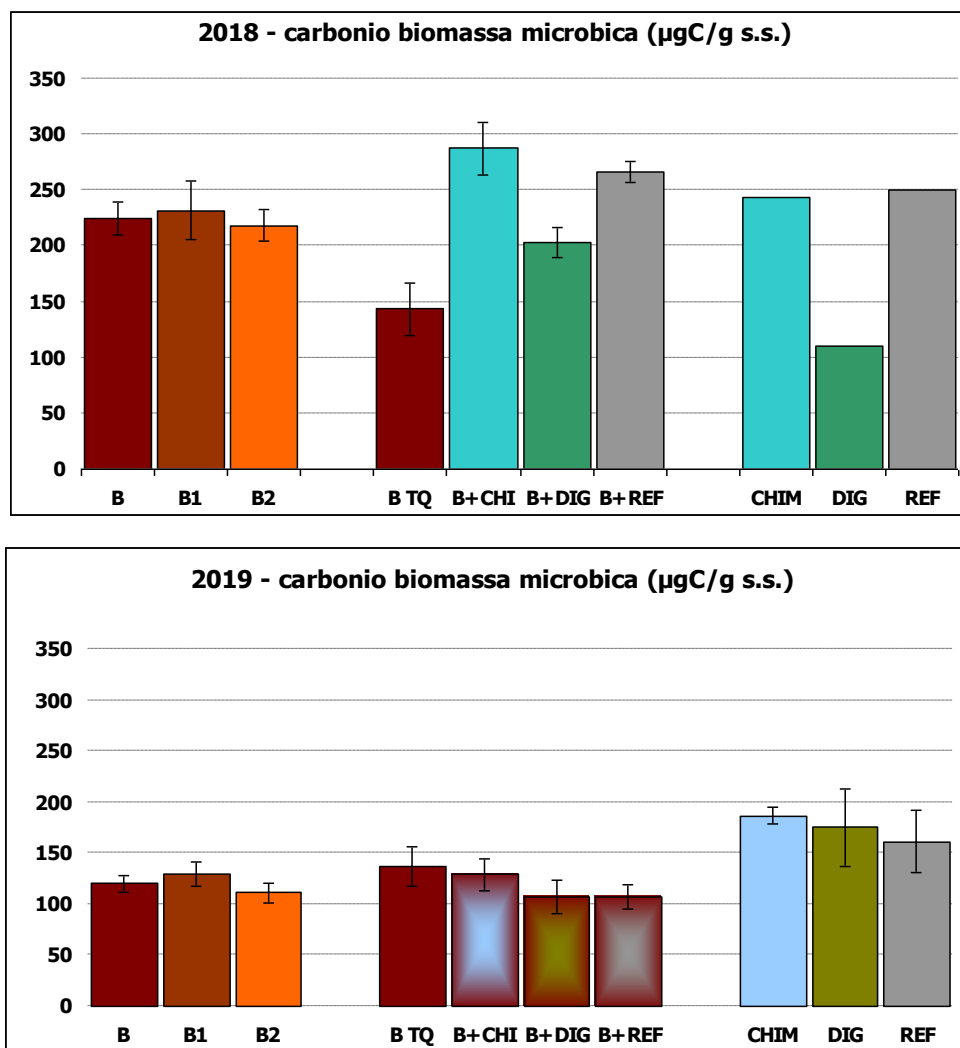
PSR  
2014 2020  
LOMBARDIA  
L'INNOVAZIONE  
METTERADICI



## INFOCHAR

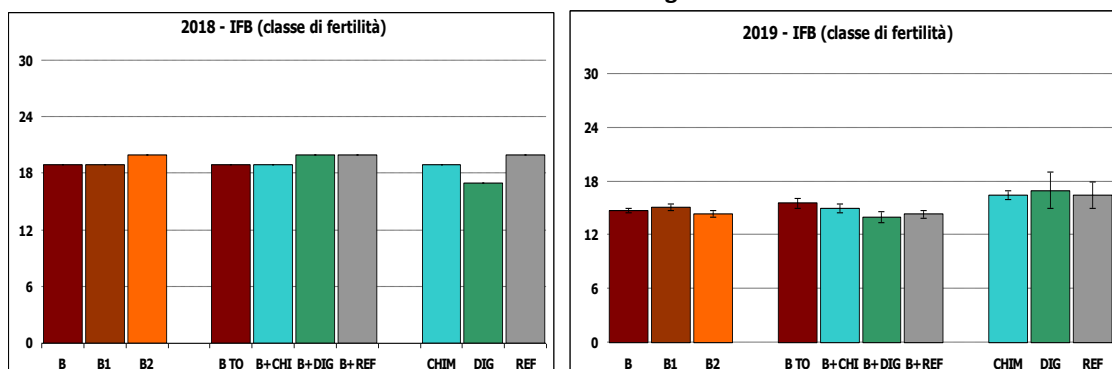
### Dimostrazione e divulgazione dell'efficacia agronomica ed ambientale dell'uso del biochar in ambito cerealicolo-foraggero intensivo

FIGURA 21. Dato carbonio biomassa microbica suolo – 2018-2019



Il tutto si riassume in un abbassamento della classe di fertilità biologica (Figura 22), che passa dalla classe IV (valore buono) alla classe III (valore medio), indistintamente dalla presenza/assenza di biochar.

FIGURA 22. Classe di fertilità biologica - 2018-2019



**PSR** LOMBARDBIA  
L'INNOVAZIONE  
METTERADICI  
2014 2020

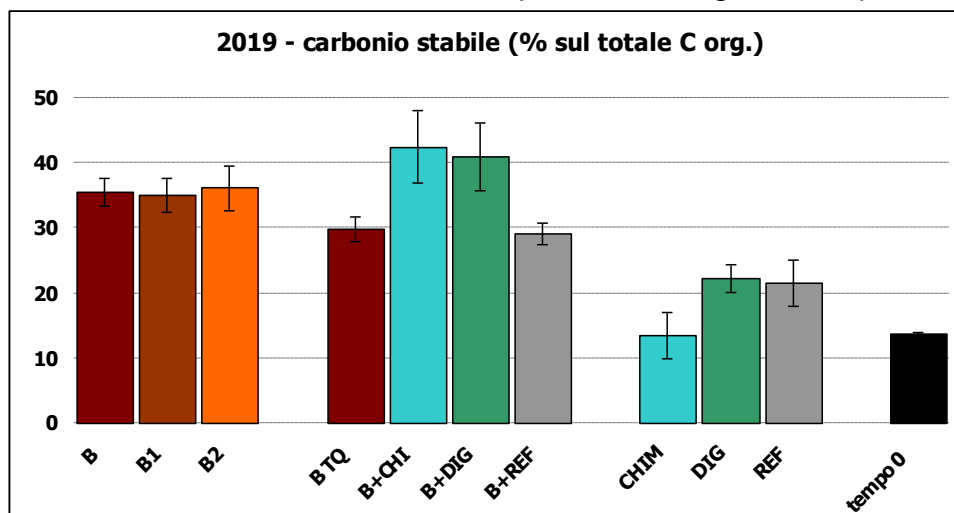


## INFOCHAR

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

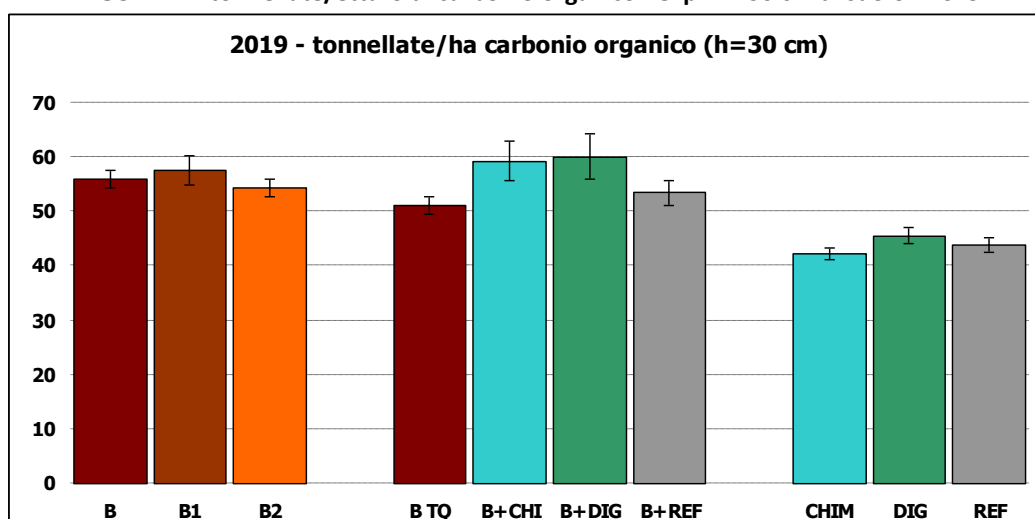
Interessante il risultato relativo alla quota di carbonio stabile presente nel suolo (intendendo con questo termine un carbonio che permane nel suolo per minimo 100 anni). La presenza di biochar influenza notevolmente la stabilità del carbonio organico presente (Figura 23). Nelle parcelle con presenza di biochar la quota di carbonio stabile è mediamente compresa fra il 30 e il 40% del carbonio organico totale; le parcelle di controllo presentano una % di stabilità significativamente inferiore (poco più del 10% per il controllo chimico, come rilevato ad inizio progetto, e poco più del 20% per digestato e refluo).

**FIGURA 23. Stabilità del carbonio nel suolo (% sul carbonio organico totale) - 2019**



Interessante è la valutazione dei quantitativi per ettaro di carbonio organico presente nelle diverse parcelle al termine della raccolta del mais trinciato 2019, anche in relazione alla sua stabilità. In Figura 24 viene rappresentata la dotazione ettaro di carbonio organico nei primi 30 cm di suolo.

**FIGURA 24. tonnellate/ettaro di carbonio organico nei primi 30 cm di suolo - 2019**



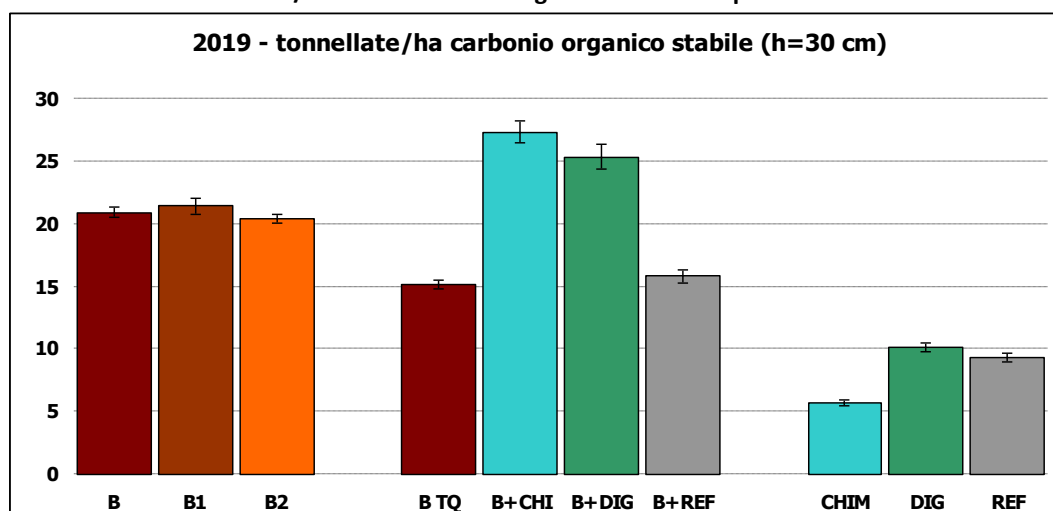
PSR  
2014 2020  
LOMBARDIA  
L'INNOVAZIONE  
METTERADICI



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

In Figura 25 si illustra invece il contenuto nel suolo della forma stabile di carbonio organico (t/ha per h 30 cm).

**FIGURA 25. tonnellate/ettaro di carbonio organico stabile nei primi 30 cm di suolo - 2019**



Considerando le tre diverse dosi di biochar distribuite e la dotazione media di carbonio organico presnet enie prodotti, nelle parcelle con biochar (in tutte le modalit  d'uso previste) nel 2018 sono stati distribuiti mediamente quasi 18 tonnellate/ha di carbonio, del quale, come da analisi effettuate, circa il 90% in forma stabile (equivalente quindi a una distribuzione di circa 16 t/ha di carbonio stabile). Al tempo zero (inizio progetto) la dotazione media di carbonio nei primi 30 cm di suolo risultava pari a 46 t/ha, dato sostanzialmente confermato dal contenuto di carbonio della tesi di controllo con concimazione chimica di cui alla Figura 24; nella medesima figura   possibile evidenziare come in tutte le parcelle con biochar (istogramma B) la dotazione di carbonio sia superiore a 55 t/ha, ovvero pi  di 15 t/ha rispetto al controllo (dato che conferma l'effettiva distribuzione del biochar).

Il dato di stabilit  del carbonio presente nel suolo viene riproposto in Figura 26, espresso in t/ha per 30 cm di profondit  e differenziando la frazione stabile (che perdurer  nel suolo per minimo 100 anni) e la frazione labile (quota che si mineralizzer  in pochi anni).

I dati confermano quanto precedentemente asserito. Nelle parcelle del controllo con concimazione chimica la quota stabile di carbonio risulta inferiore alle 5 t/ha, mentre in quelle con biochar   pari mediamente a oltre le 20 t/ha (somma della quota stabile apportata dal biochar + quella gi  presente nel suolo).

Di ulteriore interesse   il comportamento del carbonio organico apportato con digestato e con refluo zootecnico: l'incremento di carbonio da parte di questi fattori produttivi   assai modesto, risultando lo stesso quasi totalmente in forma labile.



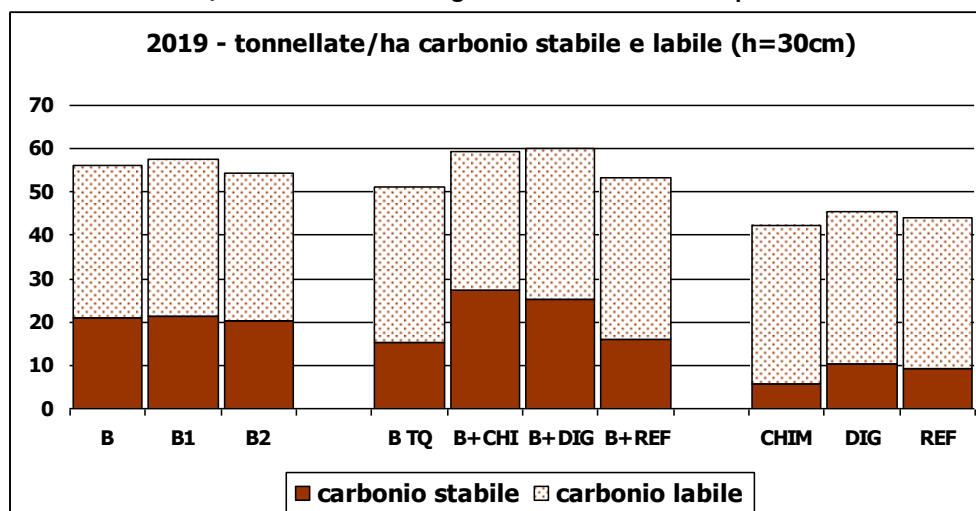
**PSR** LOMBARDIA  
L'INNOVAZIONE  
METTERADICI  
2014 2020





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

**FIGURA 26. tonnellate/ettaro di carbonio organico stabile e labile nei primi 30 cm di suolo - 2019**



Il monitoraggio di azoto nitrico e fosforo presenti nella soluzione circolante del suolo prelevata con i **lisimetri a suzione** (a 60 cm di profondità nel 2018 e a 30 nel 2019) ha risentito dello stato idrico del terreno nelle diverse fasi della coltivazione. Per tale motivo i campionamenti non sempre hanno portato ad ottenere un quantitativo sufficiente di soluzione circolante per le determinazioni analitiche previste.

Dai risultati ottenuti nel corso delle stagioni colturali è possibile comunque affermare che la concentrazione di entrambi gli elementi (N nitrico e P solubile) non sembra essere stata influenzata significativamente dalla presenza/assenza di biochar e dalle modalità di uso dello stesso. Sembrerebbe essere presente un fattore "dose biochar" per quanto riguarda il contenuto di nitrati: al crescere della presenza di biochar (dosi più alte) il contenuto di azoto nitrico tenderebbe a diminuire (minor lisciviazione).

I **drone**, questi sono stati effettuati utilizzando una fotocamera multispettrale MicaSense Red-Edge a cinque bande (rosso, verde, blu, RedEdge e NIR). I singoli scatti sono stati mosaicati utilizzando il software Pix4D Mapper e le riflettanze sono state calcolate dopo aver corretto il dato grezzo con i valori registrati su un pannello di riflettività nota. A partire dalle ortofoto sulle bande spettrali misurate sono stati calcolati gli indici vegetazionali NDVI (Normalized Difference Vegetation Index, NIR-red/NIR+red) e NDRE (Normalized Difference Red Edge Index, NIR-RedEdge/NIR+RedEdge). L'ortofoto relativa alla prova sperimentale è stata segmentata mediante un layer vettoriale contenente i poligoni corrispondenti alle parcelle sperimentali, da tali poligoni sono state estratte le statistiche zionali relative a ciascuna parcella e a ciascun indice.

Nel 2018 il rilievo al primo volo non ha mostrato valori di saturazione per nessuno dei due indici. Diversamente, il secondo volo, dove il LAI era già ampiamente superiore all'unità, ha mostrato una saturazione per l'indice NDVI i cui valori si attestano intorno a 0.9, mentre per l'indice NDRE sono stati rilevati valori minori di 0.75, ancora lontani dalla saturazione (Figura 32 e Figura 33).

**FIGURA 32. Rilievo con drone: indice vegetazionale NDVI (2018)**



## INFOCHAR

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

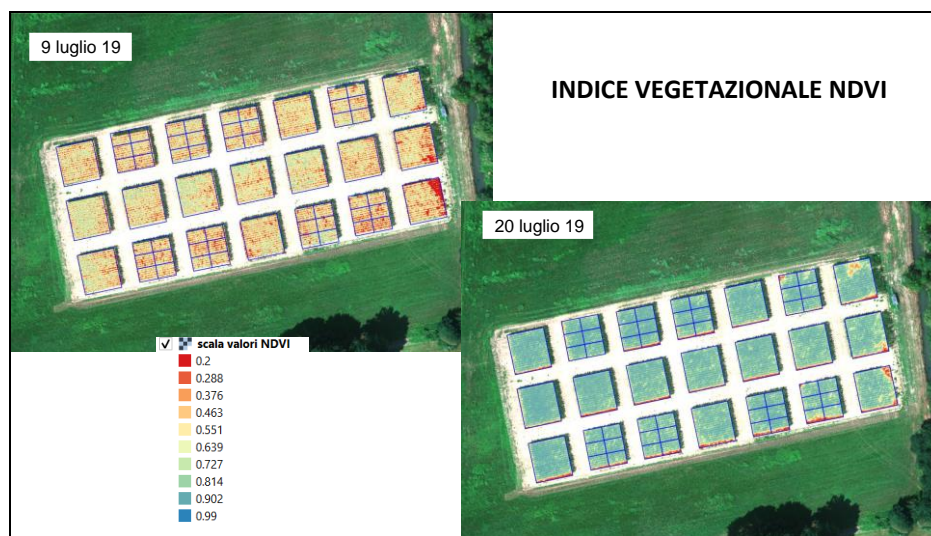
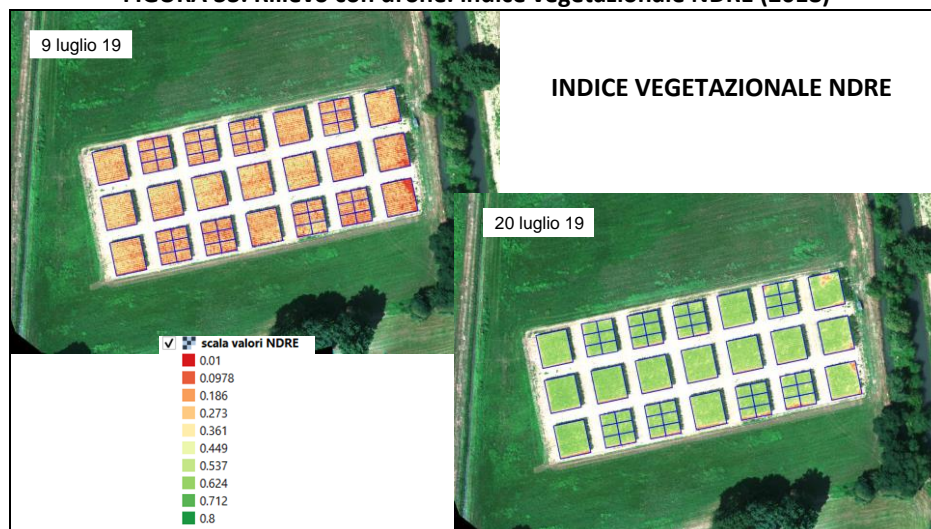


FIGURA 33. Rilievo con drone: indice vegetazionale NDRE (2018)



L'analisi statistica dei valori parcellari degli indici non ha rilevato grosse differenze tra le tesi e i trattamenti, differenze non presenti anche nelle parcelle inter-blocco non trattate. Solo per il primo volo si è riscontrata una leggera differenza tra i blocchi 1 e 2 e si sono rilevati comunque valori lievemente superiori per i trattamenti dove è stato utilizzato Biochar in combinazione con il digestato. Sul secondo volo, tali piccole differenze si sono livellate. Poiché la quantità di azoto distribuita come concime chimico, come liquame oppure come digestato è stata inferiore alle asportazioni attese da parte della coltura, bisogna ipotizzare che nella prima annata di sperimentazione le piante abbiano usufruito dell'azoto residuale delle coltivazioni precedenti e che una maggiore differenziazione tra le tesi si evidenzierà a partire dalla coltura di loiessa invernale e con il secondo anno di prova.

realizzazione a cura di Fondazione Minoprio e CREA-ZA Lodi, ottobre 2019



PSR LOMBARDIA  
L'INNOVAZIONE  
METTERADICI  
2014 2020

