

IL BIOCHAR: “BLACK REVOLUTION”



**UNO STATO DELL'ARTE PER COMPRENDERNE
POTENZIALITÀ E CRITICITÀ**

Massimo Valagussa, Alessandro Pozzi

2011

IL BIOCHAR: “BLACK REVOLUTION”

**UNO STATO DELL'ARTE PER COMPRENDERNE
POTENZIALITÀ E CRITICITÀ**

a cura di Massimo Valagussa* e Alessandro Pozzi**

* agronomo, consulente scientifico
di MAC – Minoprio Analisi e Certificazioni S.r.l.

** agronomo, responsabile Area Agricoltura
di AGT – Advanced Gasification Technology S.r.l.
Via G. Cesari 1/A – 26100 Cremona (CR)
E-mail: alessandro.pozzi@agtgasification.com

con la collaborazione di:

Raffaella Scaccabarozzi e Claudia Bernasconi
Laboratorio MAC - Minoprio Analisi e Certificazioni S.r.l.
Viale Raimondi 54 – 22070 Vertemate con Minoprio (CO)
Tel.: 031887127 – E-mail: maclab@tin.it

Realizzato con il contributo di Regione Lombardia - DG Agricoltura nell'ambito dell'attività "Monitoraggio e divulgazione di interventi di fitodepurazione, fasce tampone boscate, coltivazioni a ciclo breve e biomasse in regione Lombardia "

2011

SOMMARIO

| | |
|--|---------|
| PREMESSA | PAG 4 |
| INTRODUZIONE | PAG 6 |
| LA TERMINOLOGIA DEL BIOCHAR | PAG 8 |
| IL PROCESSO DI CARBONIZZAZIONE DELLA BIOMASSA VEGETALE | PAG 9 |
| LA PRODUZIONE DEL CARBONE VEGETALE | PAG 12 |
| SISTEMI TRADIZIONALI PER LA PRODUZIONE DI CARBONE VEGETALE | PAG 12 |
| SISTEMI INDUSTRIALI PER LA PRODUZIONE DI CARBONE VEGETALE | PAG 14 |
| RESE PRODUTTIVE | PAG 17 |
| PROPRIETA' DEL BIOCHAR | PAG 21 |
| PROPRIETA' FISICHE | PAG 21 |
| PROPRIETA' CHIMICHE | PAG 24 |
| BIOCHAR E FERTILITA' DEL SUOLO | PAG 26 |
| EFFETTI SULLE PROPRIETA' FISICHE | PAG 26 |
| EFFETTI SULLE PROPRIETA' CHIMICHE | PAG 27 |
| EFFETTI SULLE PROPRIETA' BIOLOGICHE | PAG 31 |
| DOSE DI UTILIZZO DEL BIOCHAR | PAG 32 |
| IL BIOCHAR NEI SUBSTRATI PER ORTOFLOROVIVAISMO | PAG 33 |
| GLI ASPETTI AMBIENTALI DEL BIOCHAR E LA SUA SOSTENIBILITA' | PAG 34 |
| LA RICERCA INTERNAZIONALE | PAG 44 |
| LA RICERCA IN LOMBARDIA | PAG 93 |
| PRINCIPALE BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO | PAG 112 |

INTRODUZIONE

Perché una pubblicazione sul biochar? Ma che cosa è il biochar?

La risposta alla seconda domanda chiarisce anche il perché della prima. “Biochar” è un termine che racchiude in sé forti novità, tuttavia ancora a molti sconosciute.

La comunità scientifica che lavora sul biochar è ancora relativamente limitata, seppur distribuita in tutto il pianeta.

Eppure questo termine comincia a farsi spazio e si inserisce in molti e differenziati contesti, dall’agricoltura, attraverso l’ambiente, fino ai cambiamenti climatici.

Come vedremo, il biochar è carbone vegetale prodotto attraverso un processo di combustione in assenza o limitata presenza di ossigeno (pirolisi). Tale processo, oltre a fornire un gas combustibile in seguito utilizzato per produrre quell’energia rinnovabile di cui tanto si parla, restituisce carbone vegetale, le cui proprietà lo rendono interessante sia per l’agricoltura quanto per l’ambiente.

In Italia sono veramente poche le persone che si occupano di questo tema; basti pensare che a oggi l’Associazione Italiana Biochar (ICHAR – www.ichar.org) annovera meno di cento persone iscritte, principalmente ricercatori e professionisti che si occupano di agricoltura e ambiente.

MAC – Minoprio Analisi e Certificazioni si occupa di biochar dal 2007. La sua attività si è concentrata principalmente sulla tecnologia della gassificazione pirolitica, di recente affermazione nel settore delle rinnovabili, che sfrutta processi termici per la produzione di syngas, da convertire in seguito in energia elettrica; questo processo permette di ottenere un co-prodotto di grande interesse agronomico e ambientale, ovvero carbone vegetale, utilizzabile come “Biochar”.

Nello specifico l’attività di MAC si è rivolta a questo sottoprodotto, conducendo una approfondita indagine bibliografica sul tema e fornendo ad imprese lombarde che operano nel settore della gassificazione pirolitica un supporto analitico inerente la caratterizzazione delle biomasse utilizzate nel processo e, in maniera particolare, del carbone vegetale co-prodotto.

Come emergerà dalla seguente esposizione, questa tecnologia desta grande interesse in Italia e in Europa in quanto permette di produrre energia da fonte rinnovabile, oggi uno dei principali settori di sviluppo economico di forte richiamo per imprenditori e società nazionali ed internazionali; tuttavia i benefici agricoli e ambientali sono elevati, basti pensare al possibile contributo del biochar alla riduzione delle emissioni di gas serra, in quanto se il carbone fosse applicato al suolo

permetterebbe di sottrarre anidride carbonica “fresca” all’atmosfera e di stoccarla nel terreno in maniera duratura, rendendo l’intero processo Carbon Negative.

AGT – Advanced Gasification Technology è una società con sede in Lombardia che svolge attività di ricerca, sviluppo e industrializzazione di sistemi di gassificazione pirolitica per la produzione di gas di sintesi destinato alla generazione elettrica a partire da biomasse vegetali. La società è attivamente impegnata, in stretta collaborazione con MAC e fin dal 2007, nella promozione dell’utilizzo agricolo del biochar da gassificazione attraverso attività di ricerca, dimostrazione e divulgazione che hanno lo scopo di meglio comprendere e trasferire le dinamiche di tale matrice nel suolo e i suoi effetti in coltivazione.

MAC ha inoltre collaborato con alcune aziende lombarde che operano nel settore della gassificazione: CONTAGRI CEGNI Società Cooperativa S.r.l. (Varzi - PV) e DUCHI F.LLI Società Agricola S.s. (Gadesco Pieve Delmona – CR).

Contagri Cegni possiede da circa 3 anni un impianto di gassificazione per la produzione di energia elettrica a partire da legno di conifere reperito dalla gestione ordinaria delle foreste locali. Il biochar prodotto, oggetto di approfondita ricerca, presenta proprietà fisico-chimiche tali da renderlo particolarmente adatto ad un uso quale ammendante del suolo.

L’azienda Duchi F.Lli è da molti anni attivamente impegnata nel settore della gassificazione, avendo ospitato gran parte della ricerca e sviluppo condotta da AGT. Essa produce energia elettrica verde attraverso la gassificazione di biomasse in prevalenza prodotte in azienda da agricoltura dedicata (pioppo in SRF, sorgo da fibra), ma anche da sottoprodotti (paglie di cereali, stocchi di mais) e residui agricoli (sanse e vinacce, per esempio). Come fornitore di biochar ha giocato un ruolo fondamentale nella ricerca e sviluppo di tale materiale in Lombardia e in Italia.

PREMESSA

Il forte interesse del mondo scientifico internazionale al “biochar” (biocarbone) è piuttosto recente ed è riferibile alla scoperta nell’Amazzonia brasiliana di terreni molto fertili con elevata dotazione di carbonio (terra preta dos indios = terra nera degli indios). Gli studiosi hanno attribuito questo fenomeno a un’antica pratica delle popolazioni indigene che abitavano queste terre; il carbone sembrerebbe essere stato introdotto nel suolo nel corso degli anni una volta prodotto a seguito di processi termochimici (pirolisi, combustione incompleta, ecc.) a carico di materiali vegetali (Lehman et al., 2009) e miscelato a matrici organiche più fresche.

I suoli denominati “Terra Preta dos Indios” presentano colorazione nera, pH alcalino, ospitano microrganismi endemici e sono particolarmente fertili in relazione all’elevato contenuto di nutrienti e di sostanza organica, nonché all’elevata capacità di scambio cationico; al contrario, i terreni limitrofi risultano a bassa fertilità (Ferralsol e Acrisol), di colore rosso, contenuto elevato di caolinite, pH acido, presenza rilevante di alluminio. La caratteristica prevalente di tali suoli è tuttavia la presenza di un elevato contenuto di materiale carbonioso (black carbon) in quantità anche oltre settanta volte superiore alla norma e fino a una profondità di ottanta centimetri.

Secondo alcuni ricercatori (Lehman et al., 2009), la frazione carboniosa deve la sua stabilità chimica e microbiologica alla sua complessa struttura aromatica, in grado di persistere nell’ambiente per secoli. Nel corso degli anni quest’ultima è lentamente ossidata producendo gruppi carbossilici in grado di aumentare la capacità di trattenere i nutrienti, ma nello stesso tempo permettendo lo stoccaggio e l’immobilizzazione del carbonio nel suolo e diminuendo le emissioni in atmosfera.

Tali caratteristiche permangono nei secoli e ancora oggi le terre nere amazzoniche sono molto più fertili dei terreni circostanti, anche se hanno subito l’abbandono da parte delle popolazioni indigene.

Già in passato (fine ‘800) l’interesse nei confronti dell’applicazione al suolo di carbone vegetale (charcoal) era stato oggetto di ricerche e sperimentazioni che gli riconoscevano positive proprietà ammendanti; tuttavia è negli ultimi anni che tale pratica ha risvegliato l’attenzione di una piccola comunità scientifica internazionale con l’obiettivo di comprenderne l’utilità e la fattibilità su larga scala. Lo scopo è quello di fornire un mezzo economico per migliorare le rese agricole, garantendo

nello stesso tempo lo stoccaggio e l'immobilizzazione del carbonio nel suolo e il relativo contenimento delle emissioni in atmosfera di anidride carbonica e altri gas a effetto serra.



Figura 1. Potenziali benefici socio-economici del biochar.

La produzione e applicazione al suolo di biochar persegue pertanto quattro complementari e sinergici obiettivi:

1. Il miglioramento della fertilità del suolo e conseguentemente delle rese produttive agricole, con riduzione dei fabbisogni in acqua e fertilizzanti delle specie coltivate.
2. La gestione e la valorizzazione dei prodotti, dei sottoprodotti agricoli e delle biomasse in genere.
3. La produzione di energia elettrica e calore mediante conversione del syngas o l'impiego diretto di quest'ultimo come combustibile.
4. La mitigazione dei cambiamenti climatici attraverso lo stoccaggio di carbonio organico in forma molto stabile nel suolo, con un contenimento delle emissioni di gas a effetto serra.

LA TERMINOLOGIA DEL BIOCHAR

Al fine di evitare spiacevoli confusioni, si riporta di seguito un chiarimento relativo alla terminologia riferita al concetto carbone.

Carbone minerale (termine anglosassone: coal): combustibile fossile, estratto in miniere sotterranee o a cielo aperto, risultato della trasformazione di residui vegetali compressi, alterati chimicamente e trasformati nel corso dei tempi geologici.

Carbone vegetale (detto anche carbone artificiale o carbonella, termini anglosassoni: char e charcoal): combustibile prodotto dal processo di carbonizzazione di materiale organico (tipicamente legno) attraverso una combustione in carenza/assenza di ossigeno. Gli anglosassoni distinguono char da charcoal dando al primo la connotazione generica di cui sopra, mentre al secondo quella di combustibile per la produzione di calore e fuoco per cucina.

Biochar (carbone vegetale biologico): carbone vegetale prodotto specificatamente per l'utilizzo agronomico e ambientale attraverso l'applicazione al suolo.

Chiarito l'aspetto della terminologia, seguono ora capitoli che tratteranno specificatamente delle modalità di produzione del biochar, delle sue proprietà fisico-chimiche, degli effetti agro-ambientali quando utilizzato come ammendante nel suolo.

Chiude una raccolta di schede che sintetizza alcuni dei risultati che la ricerca e la sperimentazione sul biochar hanno prodotto negli ultimi anni in tutto il mondo.

IL PROCESSO DI CARBONIZZAZIONE DELLA BIOMASSA VEGETALE

Il carbone vegetale è il prodotto del processo di carbonizzazione della biomassa, cioè la perdita di idrogeno, ossigeno e azoto da parte della materia organica a seguito di applicazione di calore in assenza dell'agente ossidante (aria/ossigeno). A tale decomposizione termochimica è dato il nome di pirolisi o piroschissione.

La materia vegetale è costituita principalmente da cellulosa, emicellulosa e lignina in aggiunta a una minore quantità di estrattivi organici, minerali inorganici e acqua. La distribuzione di tali elementi varia tuttavia con la specie e, all'interno della medesima, con l'età della pianta, nonché per fattori ambientali quali la tipologia di suolo e le condizioni climatiche.

Una maggiore comprensione dei costituenti principali della materia vegetale è utile per una migliore conoscenza del processo di carbonizzazione.

La cellulosa è un polisaccaride, costituito da una catena lineare di molecole di glucosio (da alcune centinaia fino ad alcune migliaia) unite tra loro da legami β -1-4 glicosidici; la struttura di base è costituita dal cellobioso, un dimero glucosio-glucosio.

Il numero di molecole di glucosio indica il grado di polimerizzazione della cellulosa, in genere dell'ordine di alcune migliaia nella materia vegetale.

L'unione di più catene disposte parallelamente attraverso ponti idrogeno a formare fibrille può dare alla cellulosa una struttura cristallina, rendendola maggiormente resistente alla degradazione termica rispetto all'emicellulosa.

Quest'ultima è un polisaccaride a basso peso molecolare di composizione irregolare, costituita da zuccheri diversi quali esosi, pentosi e deossi-esosi. La stabilità chimica e termica delle emicellulose è più bassa rispetto alle cellulose per via della mancanza di struttura cristallina e per il basso grado di polimerizzazione (alcune centinaia).

La lignina è invece un complesso polimero tridimensionale a base di fenilpropano, costituito dall'accoppiamento casuale di tre monomeri (alcool cumarilico, coniferilico e sinapilico), ciascuno caratterizzato dalla presenza di un anello aromatico. Essa ha una struttura amorfa dovuta all'elevato numero di possibili legami, principalmente di tipo etere, tra unità individuali; legami covalenti permettono invece l'unione con i polisaccaridi a formare lignocellulosa.

La lignina è un materiale eterogeneo la cui composizione varia con la famiglia vegetale, la specie, l'organo, il tessuto biologico.

La materia vegetale contiene altri composti organici (resine, grassi e acidi grassi, fenoli e fitosteroli, altre molecole) generalmente suddivisi sulla base della loro solubilità, alcuni di essi in acqua

(idrofili), altri in solventi organici (lipofili). Essi possono influenzare la composizione finale del gas di pirolisi ma non le caratteristiche del carbone vegetale perché contenuti in tracce.

Gli elementi minerali inorganici completano la composizione della materia vegetale e sono complessivamente indicati come residuo di ceneri, non essendo interessati dai processi termochimici. Tra essi figurano i principali nutrienti (azoto, fosforo, potassio), minori quantità di zolfo, cloro, silicio, metalli alcalino terrosi, metalli di transizione ed elementi in tracce.

Cellulosa, emicellulosa e lignina evidenziano un comportamento differente quando sottoposti a un processo di degradazione termo-chimica.

In un gradiente di temperatura l'emicellulosa è la prima a decomporsi totalmente: il processo ha inizio a circa 220°C e si completa a circa 315°C (Yang et al. 2007). Il risultato è la conversione delle molecole in gas non-condensabile (CO, CO₂, H₂, CH₄), in composti organici a basso peso molecolare (acidi carbossilici, aldeidi, alcani, eteri) e acqua.

Un processo simile interviene nella degradazione termica della cellulosa nell'intervallo di temperatura compreso tra 315 e 400°C; tuttavia, il risultato dipende in modo sostanziale dalle condizioni di reazione (temperatura, tempo di residenza, catalizzatori naturalmente presenti nel materiale di partenza). Dato un tempo sufficiente, il risultato della reazione è un composto carbonioso solido (carbone), CO₂, H₂O e piccole quantità di CO e CH₄.

La lignina inizia a decomporsi a circa 160°C attraverso un processo lento e costante fino alla temperatura di 900°C con formazione di gas non-condensabili, vapori condensabili e aerosol liquidi, carbone. I gas non condensabili rappresentano circa il 10% in peso della lignina in origine e consistono di CO, CH₄ ed etano (C₂H₄). I vapori condensabili e aerosol liquidi sono costituiti da acido pirolegnoso, una soluzione di metanolo, acido acetico, acetone e catrami solubili, e da catrami insolubili, costituiti da omologhi composti fenolici formatisi a seguito della rottura di legami etere e carbonio-carbonio.

L'efficienza del processo di carbonificazione dipende pertanto sia dalla composizione della biomassa d'origine sia dalle condizioni di processo (soprattutto dalla temperatura), secondo la formula che ne definisce il rendimento:

$$\eta_{fc} = (m_{char} * c_{fc}) / (m_{bio} * (1 - b_a))$$

dove m_{char} è la massa di biochar prodotta, c_{fc} il contenuto di carbonio nel biochar, m_{bio} la massa di materiale originario, b_a il contenuto di ceneri nella biomassa (dati espressi sulla materia secca).

Un elevato contenuto di lignina conferisce teoricamente un'elevata produzione di carbone, come nel caso del legno maturo e di buona densità.

In genere la resa teorica diminuisce al crescere della temperatura, tuttavia temperature troppo basse di carbonizzazione restituiscono carbone di cattiva qualità per la presenza di catrami acidi che rendono il prodotto corrosivo. A tal proposito per la produzione di carbone vegetale di qualità (idoneo al mercato) è suggerita una temperatura di processo di almeno 500°C (Fonte FAO).

LA PRODUZIONE DEL CARBONE VEGETALE (BIOCHAR)

Sistemi tradizionali per la produzione di carbone vegetale

Il carbone vegetale è stato per molti anni tradizionalmente prodotto nelle carbonaie, cioè in cumuli di legna coperti da terra per limitare l'apporto di aria e permettere la carbonificazione in condizioni di carenza di ossigeno.

Tale sistema, tuttora in uso nei paesi in via di sviluppo, era allestito direttamente nei boschi su una superficie pianeggiante; esso consisteva di una struttura (o condotto) centrale, cioè di un palo alto circa 2,5 metri attorno al quale era costruita un'incastellatura vuota sulla quale venivano appoggiati dapprima i pezzi di legna più grossi e in seguito i più fini, fino a formare una catasta di forma cupoliforme. Essa era in genere rivestita di fronde e in seguito coperta di terra con lo scopo di isolare il legname dall'aria e trattenere i vapori generati nel processo di pirolisi. L'accensione della carbonaia avveniva tramite il condotto centrale, dando inizio alla fase di cottura di durata variabile in relazione alla quantità e alle caratteristiche del legname (in genere da una fino a tre settimane). Nei primi due giorni la carbonizzazione avveniva in modo casuale, poi procedendo dall'alto al basso, il carbonaio apriva fori sfiatatoi per permettere al fumo di fuoriuscire ed estendere la carbonizzazione a tutto il cumulo.

La colorazione del fumo in uscita dai fori praticati sulla catasta era indicativa della fase di processo: bianca nel momento dell'essiccazione, gialla-marrone durante la pirolisi e infine blu-celeste a carbonizzazione avvenuta.

A completamento del processo il carbone, dopo essere stato raffreddato e inumidito al fine di recuperare consistenza (essendo molto secco e fragile), era pronto per l'uso.

Un sistema analogo era praticato ponendo il materiale originario in una buca coperta con la terra scavata allo scopo di sigillare la camera. In questo caso il terreno era impiegato come scudo contro l'ossigeno e l'eccessiva perdita di calore nel corso del processo di carbonizzazione.

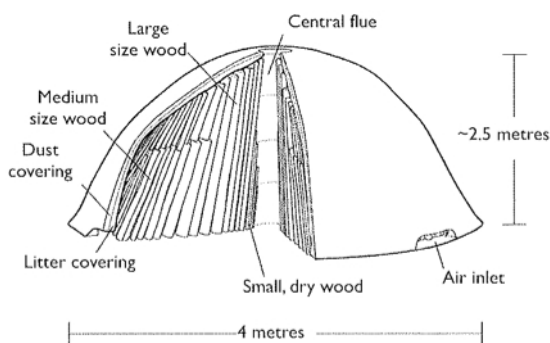


Fig. 2. Carbonaia tradizionale (Fonte: FAO)

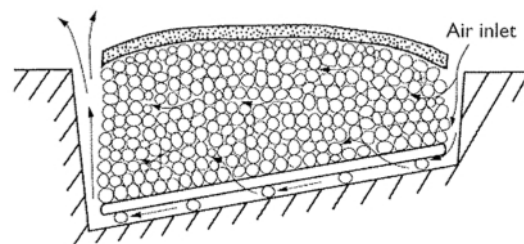


Fig. 3. Carbonaia a fossa (Fonte: FAO)

Tale sistema, anche se molto economico, mostrava scarsissima efficienza, essendo molto difficile controllare l'accesso di aria nel pozzo, con presenza sia di cenere (combustione) che di legno solo in parte carbonizzato nel prodotto finale.

L'evoluzione delle tecniche di produzione di carbone vegetale portò in seguito alla costruzione di fornaci (o forni) in materiale laterizio, in calcestruzzo o in metallo, il cui disegno fu perfezionato nel corso degli anni fino ai nostri giorni (essendo ancora utilizzati) al fine di ottimizzarne le prestazioni. Tra i più conosciuti e diffusi sono da segnalare l'alveare brasiliano, la mezza arancia argentina, la fornace Schwartz (Europa) e il forno Missouri (USA).

I primi due prendono il nome dalla loro forma e insieme al quarto impiegano parte del materiale originario per la produzione di calore necessaria alla carbonizzazione del restante, al contrario della fornace Schwartz che utilizza il flusso di gas caldi provenienti da un fuoco esterno.

Relativamente i materiali costruttivi, mentre i primi due sono interamente realizzati in mattoni e fango (malta di fango), lo Schwartz e il Missouri sono costruiti con componenti in acciaio e calcestruzzo, risultando pertanto più costosi e tecnologicamente più evoluti, anche se le rese produttive finali sono da considerarsi analoghe.

Tuttavia, lo svantaggio principale dei forni in laterizio è sicuramente l'impossibilità di gestire l'emissione in atmosfera di composti organici volatili e di particolato fine, rendendoli sistemi molto inquinanti.

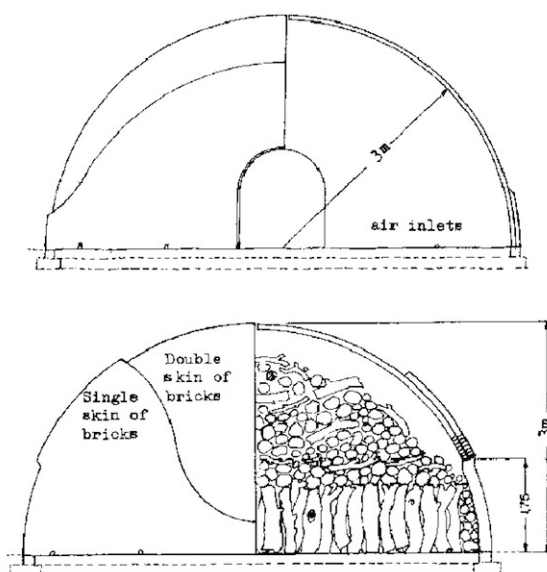


Fig. 4. Rappresentazione grafica di un forno di tipo "Mezza arancia argentina" (Fonte: FAO)



Foto 1. Piccola fornace di tipo "Mezza arancia argentina" nel nord del paese (A. Pozzi, 2010).

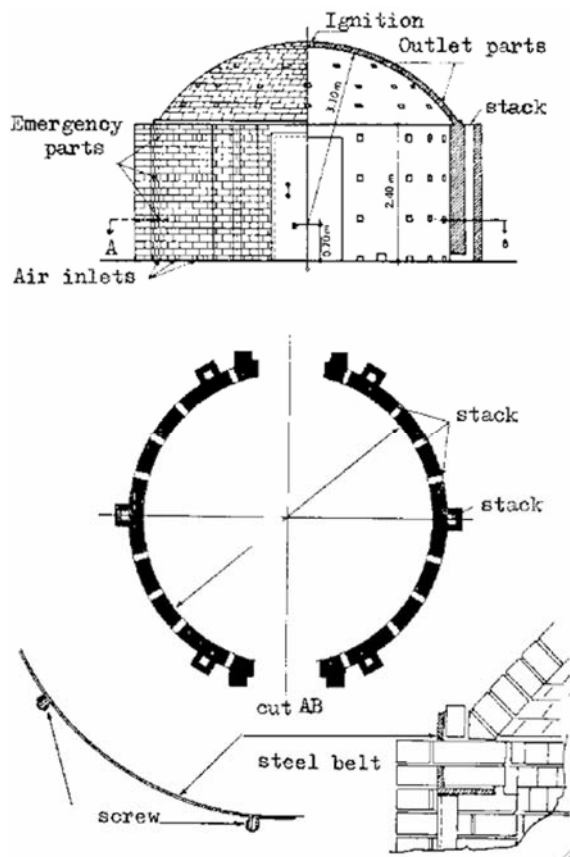


Fig. 5. Rappresentazione grafica di un forno di tipo "Alveare brasiliano" (Fonte: FAO)

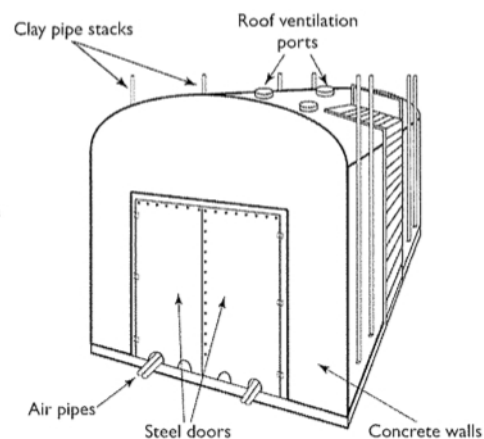


Fig. 6. Rappresentazione grafica di una fornace di tipo "Missouri" (Fonte: FAO).

Sistemi industriali per la produzione di carbone vegetale

I moderni processi industriali di produzione del carbone vegetale permettono, a differenza dei metodi tradizionali, la produzione di un materiale in quantità e qualità superiori nel pieno rispetto delle norme ambientali, consentendo inoltre lo sfruttamento economico del gas per la produzione di energia elettrica e calore.

Tali sistemi sono in genere caratterizzati da un ciclo continuo che permette una maggiore efficienza di conversione: le emissioni sono ridotte, ridotta la presenza di aria in grado di incrementare la resa, recupero e sfruttamento dei gas, controllo del processo che permette di ottenere carboni di maggiore qualità, flessibilità nell'impiego di biomasse diverse (non solo legnose ma anche erbacee e prodotti di scarto).

Tra le tecnologie oggi in commercio si possono elencare diverse tipologie di pirolizzatori (a tamburo, a vite, *fast and flash*), i forni rotativi, i gassificatori, gli impianti di carbonizzazione idrotermica, le stufe a gas di legno.

Di seguito s'illustrano brevemente tali sistemi, considerando che ciascuno di essi possiede caratteristiche differenti e produce quantità variabili di carbone, gas e catrami.

Un pirolizzatore a tamburo è caratterizzato da una struttura cilindrica orizzontale riscaldata esternamente attraverso la quale la biomassa è mossa mediante un sistema a pale. Nessun apporto d'aria è intenzionalmente consentito nel sistema, a parte quella contenuta negli spazi vuoti della biomassa. Il processo è definito *slow pyrolysis* in considerazione del tempo di residenza del materiale all'interno del tamburo; tale intervallo permette l'abbattimento della maggior parte dei vapori con formazione di gas non condensabili, sebbene una parte dei catrami permanga con il gas. Quest'ultimo è bruciato in una caldaia posta sotto il tamburo, con lo scopo di sfruttarne il calore per portare la biomassa alla temperatura di pirolisi.

Un forno rotativo è contraddistinto da una struttura simile a un pirolizzatore a tamburo, tuttavia il sistema è orientato con un angolo rispetto al piano orizzontale e ruotato allo scopo di muovere la biomassa attraverso tutta la lunghezza del forno; anche il tempo di residenza è in genere simile al precedente. Riguardo invece la temperatura di esercizio, essa può variare da bassa (350°C) a relativamente alta (600- 900°C).

Un pirolizzatore a vite muove la biomassa attraverso un reattore tubulare per mezzo di un sistema a vite rotante. Alcuni modelli sono caratterizzati dal riscaldamento esterno, altri operano mediante un vettore di calore come la sabbia o sfere di metallo. Recentemente tali sistemi sono stati utilizzati per la produzione di biochar e bio-olio.

Un pirolizzatore *flash* è un modello sviluppato nelle Hawaii che permette la produzione di carbone attraverso un fuoco istantaneo a elevata pressione su di un letto di biomassa. Tale processo, definito *fast pyrolysis*, è tuttavia più idoneo alla produzione di bio-olio che non gas e carbone.

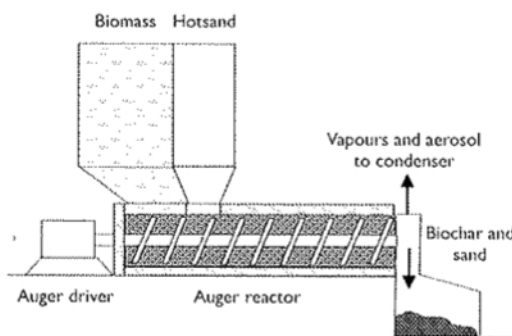


Fig. 7. Pirolizzatore a vite (Fonte: R. Brown)

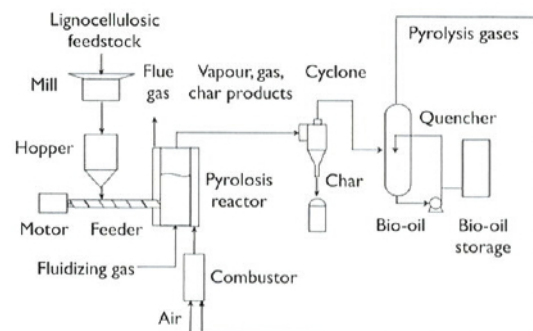


Fig. 8. Schema di fast pirolisi a letto fluido (Fonte: R. Brown)

La gassificazione è un processo di conversione termochimica in cui una matrice organica è parzialmente ossidata attraverso una combustione ad alta temperatura (1.200°C). A differenza

della pirolisi (che avviene in assenza di ossigeno con supporto esterno di calore), la gassificazione necessita di una parte di ossigeno (o aria) al fine di ottenere, mediante la combustione di parte del materiale in ingresso, il calore necessario alle reazioni endotermiche di devolatilizzazione della biomassa con produzione di vapori condensabili, gas combustibile e biochar.

All'interno del reattore di gassificazione il materiale carbonioso subisce, infatti, processi diversi in un gradiente crescente di temperatura: il completamento dell'essiccazione, la pirolisi, la combustione (ossidazione) e infine la gassificazione (riduzione).

Con la pirolisi i componenti volatili della biomassa, cellulose e emicellulose, evaporano generando gas di pirolisi, mentre la lignina rimane in fase solida formando catrami e carbone; con la combustione i prodotti volatili e parte del carbone reagiscono con l'ossigeno liberando calore per le successive reazioni oltre a CO, CO₂, acqua; infine, mediante la gassificazione i prodotti della combustione passano attraverso un letto di carbone riducendosi e liberando CO, H₂, CH₄ e acqua.

Il risultato è un gas combustibile di basso potere calorifico, altrimenti detto syngas, di composizione variabile ma tipicamente composto di una miscela contenente N₂ (53,1 %), CO₂ (13,1 %), CO (16,6 %), H₂ (14,0 %) e CH₄ (3,2 %), utilizzato, previo raffreddamento e pulizia, per l'alimentazione di gruppi generatori elettrici equipaggiati con motori endotermici per la produzione di energia elettrica e calore.

Nel corso del processo di riduzione (gassificazione), si genera polvere di carbone, la quale è allontanata dal sistema.

Mentre la pirolisi tende a massimizzare la produzione di carbone vegetale, con minor efficienza ed efficacia nella produzione di syngas, la gassificazione massimizza la produzione di syngas (energia elettrica/termica), motivo di forte interesse economico, a scapito della resa in carbonella.

Tale processo comporta una produzione di carbone in quantità variabile, in funzione della tipologia di biomassa, della sua pezzatura e quantità d'inerte.

I sistemi di gassificazione sono in genere classificati secondo il punto d'ingresso dell'ossidante (aria o ossigeno) nel reattore e le caratteristiche del letto di biomassa.

Si distinguono pertanto modelli *up-draft* e *down-draft* a *letto fisso* e sistemi a *letto fluido*. Nel primo caso (*up-draft*) l'ossidante entra nel reattore dal fondo (in controcorrente rispetto alla biomassa) mentre il syngas fluisce dall'alto; al contrario il secondo caso (*down-draft*) prevede che l'ossidante e il combustibile facciano il loro ingresso in equicorrente dall'alto e il syngas fluisca dal basso. Differente il sistema a letto fluido, in cui il flusso di gas è fatto passare attraverso un letto di

particolato inerte a formare una miscela turbolenta, nella quale la biomassa è immessa per essere rapidamente riscaldata e pirolizzata.

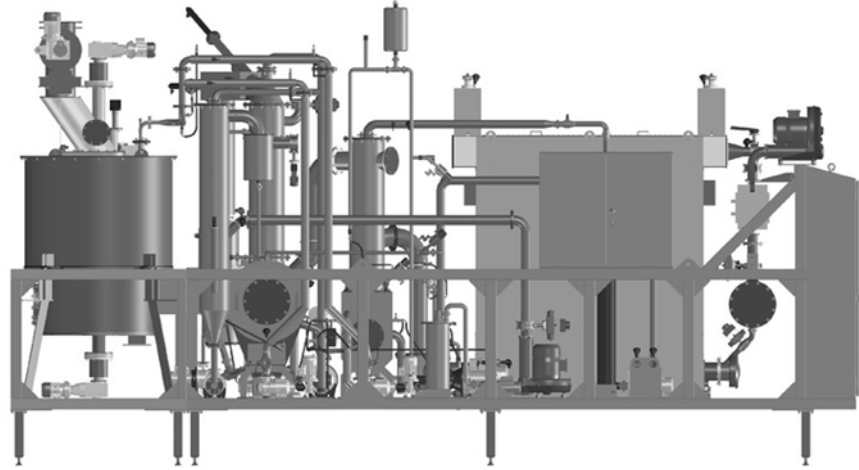


Fig. 9. Rappresentazione grafica di un gassificatore di tipo down-draft, open core, a letto fisso, completo del sistema di filtrazione del gas – potenza 300 kW
(Fonte: Advanced Gasification Technology)

La carbonizzazione idrotermica è un processo di trattamento termico di una biomassa umida per la produzione di carboidrati, idrocarburi liquidi o prodotti gassosi e biochar in qualità di coprodotto. L'incremento della temperatura (200-374° C) richiede un aumento di pressione al fine di prevenire l'ebollizione della biomassa. Questo processo, oggetto di studio principalmente in Germania, non ha lo scopo di produrre energia, bensì un idro-char.

Da ultimo, una stufa a gas di legno è invece un'applicazione domestica per la produzione di gas da cucina nei paesi in via di sviluppo; trattasi di un gassificatore in miniatura che lavora in maniera discontinua bruciando direttamente il syngas prodotto e lasciando carbone a fine processo; per le dimensioni del sistema la quantità di biochar prodotto è assai ridotta.

Rese produttive

Le diverse tecnologie forniscono rendimenti differenti in termini di prodotti.

Nella pirolisi, per esempio, indipendentemente dal tipo di biomassa utilizzata, i processi differiscono fra loro in termini di temperatura raggiunta e tempo di residenza del materiale all'interno del reattore; anche la permanenza dei vapori generatisi influisce sugli esiti del processo.

Considerando che il processo di combustione genera quattro differenti prodotti (carbone, olio, gas, acqua), il rapporto di produzione tra gli stessi dipende dalle condizioni di processo.

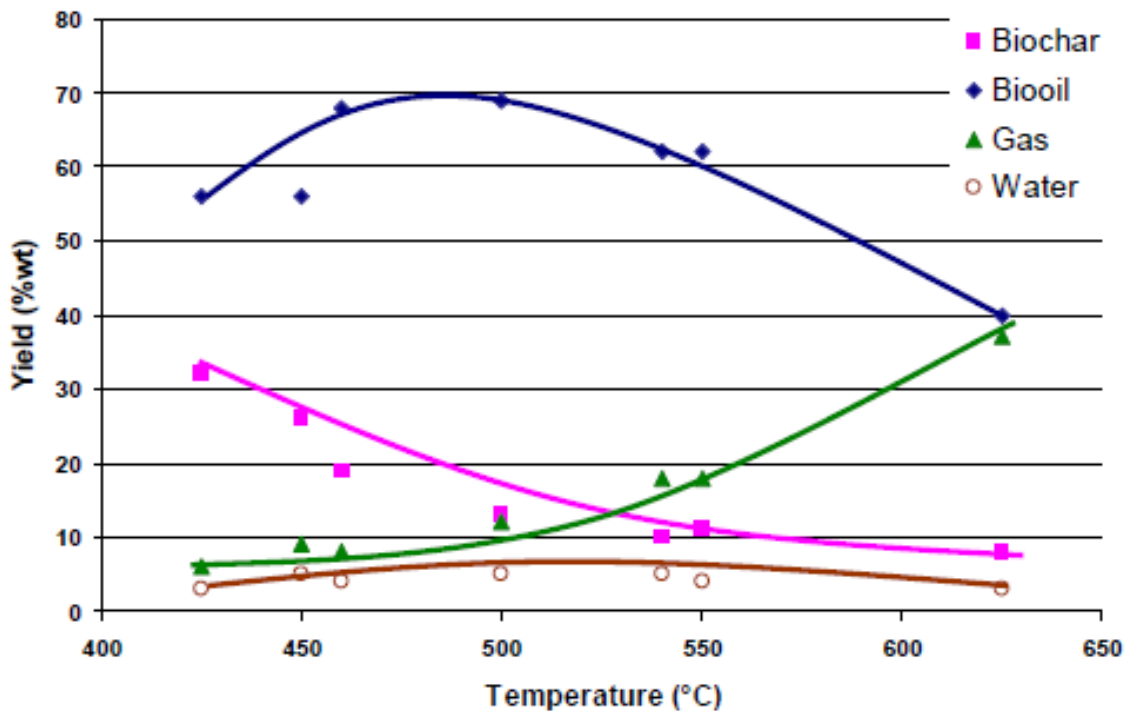


Grafico 1. Quantità proporzionali di prodotti ottenuti a diverse temperature in un processo di fast pyrolysis con biomassa di pioppo (Fonte: adattato da IEA, 2007)

Ogni processo è inoltre molto influenzato dalla tipologia di biomassa utilizzata, così come le rese in energia e carbone, quest'ultimo non solo in termini quantitativi.

Nella figura seguente si riporta uno schema in lingua inglese che classifica le differenti biomasse utilizzabili, i differenti processi termici applicabili, i prodotti ottenuti e il loro uso.

Il seguente schema non è da intendere quale modello assoluto di classificazione, poiché le più recenti ricerche e sperimentazioni hanno aggiunto nuove informazioni che si discostano da quanto riportato. Rimane tuttavia uno schema che aiuta ad inquadrare in maniera sistemica le differenze fondamentali delle diverse tecniche di processo utilizzabili e dell'applicabilità dei prodotti che si ottengono.

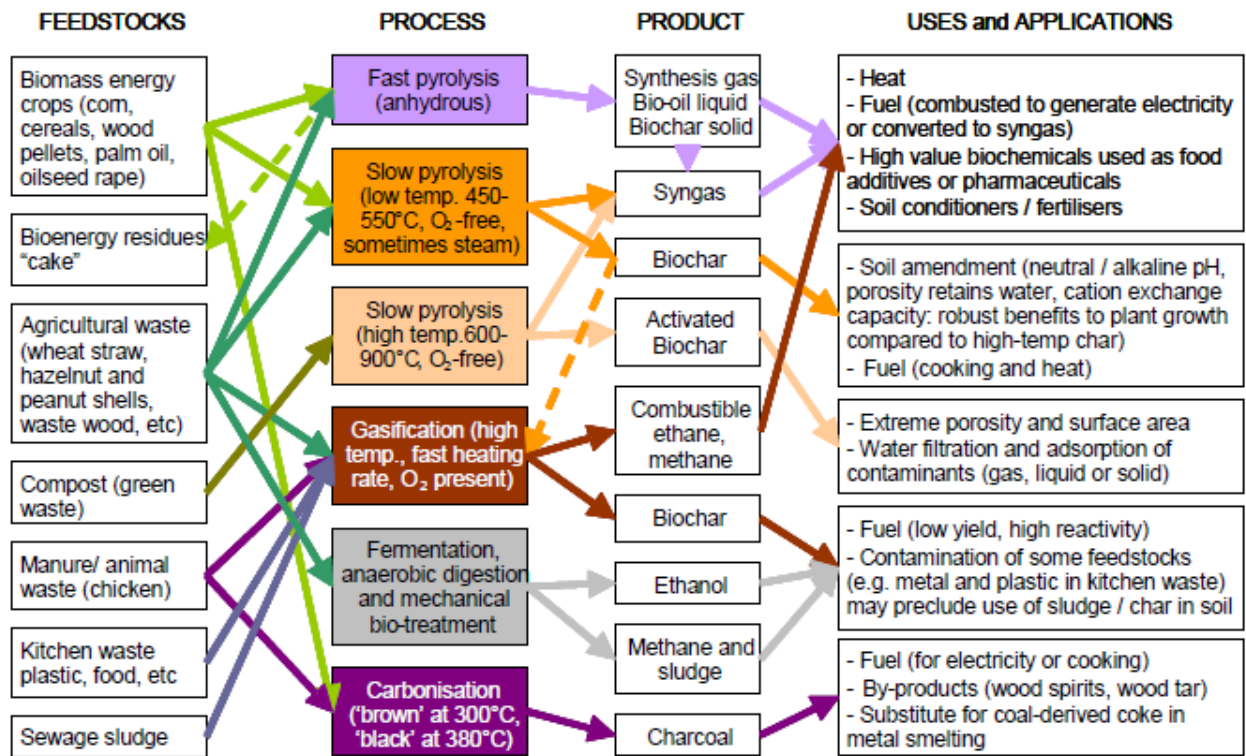


Figura 10. Schema bibliografico riassuntivo dei processi di pirolisi in relazione alla biomassa utilizzata e ai prodotti che si ottengono (Fonte: Sohi S., 2008)

Ogni processo di pirolisi fornisce differenti rapporti di produzione di carbone, gas e olio, genericamente riassunto nella tabella seguente.

Questo rapporto può dipendere anche da specifiche messe a punto di impianti della stessa tipologia, oltre che dalla biomassa utilizzata.

Quello che chiaramente emerge dalla tabella è che la massimizzazione della produzione di biochar va a discapito della produzione energetica (syngas); pertanto il punto critico della scelta di uno specifico processo di pirolisi sta nel definire con precisione l'obiettivo primario, ovvero quale prodotto ottenere.

| PROCESSO | LIQUIDO (OLIO) | SOLIDO (BIOCHAR) | GAS (SYNGAS) |
|--|----------------------------|---------------------|-----------------|
| FAST PYROLYSIS temperatura moderata (≈500°C) breve tempo residenza vapori caldi (< 2 sec) | 75% (25% acqua) | 12% | 13% |
| INTERMEDIATE PYROLYSIS temperatura moderatamente bassa moderato tempo residenza vapori caldi | 50% (50% acqua) | 25% | 25% |
| SLOW PYROLYSIS temperatura moderatamente bassa lungo tempo di residenza dei vapori | 30% (70% acqua) | 35% | 35% |
| GASIFICATION alta temperatura (> 800°C) lungo periodo di residenza dei vapori | 5% (catrame + acqua) | 10% | 85% |

Tabella 1. Dati generali di resa dei diversi sistemi di pirolisi (Fonte: IEA, 2007)

Come anticipato, unitamente alle differenze di processo, la biomassa di partenza ha grande influenza sulle caratteristiche del carbone, essendo che la composizione chimica e la struttura del materiale di partenza si riflettono nel prodotto finale. Il contenuto nella biomassa di carbonio, ossigeno e idrogeno e i loro rapporti sono parametri fondamentali per determinare la qualità dei prodotti della pirolisi. In genere la produzione efficiente di olio e syngas necessita di biomassa povera in azoto ed elementi minerali. Il contenuto di cellulosa, emicellulosa e lignina determina la frazione di carbonio volatile (syngas) e di carbonio stabile (biochar) nei prodotti della pirolisi; ad esempio, biomassa con alta concentrazione di lignina produce più biochar quando pirolizzata a temperature moderate. Biomasse con elevato contenuto minerale forniscono biochar con elevato valore in ceneri.

Differenti le biomasse vegetali utilizzabili, che possono essere prodotte da agricoltura dedicata (come da short rotation forestry), ricavate dai residui delle colture (come paglie e stocchi), ottenute dagli scarti dell'industria agroalimentare (sansa d'oliva e vinacce).

Come detto, le caratteristiche della biomassa di partenza influenzano le proprietà del biochar prodotto, concetto valido anche per l'eventuale contenuto di sostanze tossiche (ad esempio i metalli pesanti).

PROPRIETA' DEL BIOCHAR

La ricerca sul biochar negli ultimi dieci anni ha avuto un forte incremento a livello internazionale, particolarmente in America, Australia e Asia.

In Europa le maggiori ricerche in tale campo sono state effettuate particolarmente in Inghilterra e Germania; in Italia solo negli ultimi 4-5 anni si è visto crescere l'interesse nei confronti di questa matrice. Tuttavia molte delle prime ricerche e sperimentazioni condotte in ambito europeo hanno visto l'utilizzo di carboni provenienti da processi di carbonificazione classici, senza alcun controllo delle matrici di origine (biomassa utilizzata) e dei parametri di processo (temperatura di pirolisi e tempo di permanenza); solo di recente il carbone utilizzato nelle prove presentava caratteristiche di tracciabilità di processo, con una particolare attività in Italia sul biochar prodotto da gassificazione di biomassa vergine, in condizioni di processo controllate e di caratterizzazione della biomassa di partenza.

La caratterizzazione generica del biochar è impossibile; le esperienze fino ad oggi condotte nel mondo, i dati bibliografici e quelli diretti a disposizione evidenziano una notevole variabilità delle proprietà fisico-chimiche di questo materiale.

Questa enorme eterogeneità è da attribuire ai diversi fattori che intervengono nel processo di produzione, in particolare al sistema tecnologico utilizzato (processo, tecnica, temperature, velocità della reazione) e alla tipologia, età, caratteristiche della biomassa utilizzata.

Proprietà fisiche

Come accennato, oltre al differente processo di produzione (le diverse temperature hanno differente influenza sulla degradazione delle numerose componenti della biomassa), anche la tipologia di biomassa utilizzata condiziona la struttura del biochar: la struttura originale di partenza di molti tipi di biomasse ha un'influenza determinante sulle proprietà fisiche e sulle caratteristiche strutturali del biochar prodotto.

E' possibile affermare che la struttura del biochar, assai complessa, assimilabile a quella della grafite, ma con grande variabilità, tende a rispecchiare quella delle cellule della biomassa di origine.

Il biochar può essere considerato come un composto altamente aromatico, contenente pile di strati grafite all'interno, disposte in maniera casuale. Le altre parti che completano la struttura del biochar sono i composti organici alifatici e aromatici di struttura complessa (compresi residui

volatili) e i componenti inorganici (ceneri inorganiche). Tale struttura è completata da spazi vuoti presenti nei pori (macro, meso e micro pori) e da fratture e morfologie delle cellule della biomassa di origine.

Come già esposto nei capitoli precedenti, durante i processi di pirolisi avviene una perdita di massa (principalmente composti organici volatili) e un restringimento disomogeneo di volume; lo scheletro di carbonio e i minerali formati conservano una porosità rudimentale e la struttura originale del materiale di partenza. Il contenuto originario di cellulosa, emicellulosa e lignina della biomassa influenza la struttura e le proprietà fisiche del biochar. Infatti, fino alla temperatura di circa 120 °C la materia organica inizia a subire delle decomposizioni termiche che portano alla perdita di umidità 'chimica'; all'aumentare della temperatura, in sequenza, sono degradate emicellulosa, cellulosa e lignina.

| BIOMASSA | CENERI % IN PESO | LIGNINA % IN PESO | CELLULOSA % IN PESO |
|------------------------|------------------|-------------------|---------------------|
| paglia di frumento | 11,2 | 14 | 38 |
| residui di mais | 2,8-6,8 | 15 | 39 |
| panico verga | 6 | 18 | 32 |
| legno (pioppo-quercia) | 0,27-1 | 26-30 | 38-45 |

Tabella 2. Componenti della biomassa (Brown et al, 2009)

Diversi i parametri di processo che intervengono durante la pirolisi e che hanno uno stretto legame con le proprietà finali del biochar; tuttavia è la massima temperatura raggiunta nella reazione termica ad influenzare maggiormente i cambiamenti fisici fondamentali che avvengono nella materia.

Il biochar, in termini generali, presenta elevata superficie di reazione, paragonabile a quella dell'argilla; questo aspetto influenza positivamente, soprattutto nei suoli sabbiosi, la ritenzione idrica e facilita le reazioni biochimiche presenti.

Altra proprietà interessante, del biochar, nel contempo assai variabile, è la porosità. Essa può essere suddivisa in micropori ($\phi < 2$ nm), mesopori (ϕ compreso tra 2 e 50 nm) e macropori ($\phi > 50$ nm) e la loro distribuzione dipende sempre dalle temperature di trattamento e dalla biomassa di partenza. In genere all'aumentare della temperatura cresce la presenza di micropori e, conseguentemente, la superficie di reazione; tuttavia, a temperature più elevate avviene una deformazione, con riduzione della superficie di reazione e diminuzione della microporosità, il tutto

a vantaggio del valore di porosità totale. Anche la biomassa utilizzata influenza le caratteristiche di porosità del carbone prodotto: ad esempio, la struttura vascolare del legno condiziona in maggior misura la macroporosità del biochar.

La microporosità influenza la capacità di adsorbimento delle molecole molto piccole (gas, solventi), mentre i mesopori rivestono importanza nei processi di adsorbimento delle sostanze liquide e solide. I macropori interessano le funzioni vitali del suolo, come aerazione e ritenzione idrica, la crescita e il movimento radicale, la vita dei microrganismi. Sebbene la superficie di reazione dei micropori del biochar è sovente superiore a quella dei macropori, in termini di volume la macroporosità può essere superiore.

Una specifica applicazione della rilassometria NMR messa a punto dall'Università degli Studi di Palermo (Dipartimento Sistemi Agro Ambientali) è in grado di fornire interessanti indicazioni e informazioni sulla struttura e porosità del biochar, anche in relazione alla dinamica con l'acqua.

La granulometria del biochar dipende dalla biomassa di origine e dalle temperature di processo. La percentuale di particelle di diametro superiore a 5 mm può essere compresa fra 0% e 20%, quella compresa fra 2 e 5 mm può arrivare a oltre il 30%, così come è possibile ottenere materiali composti al 60% da particelle con diametro inferiore a 0,6 mm. In genere, biomassa legnosa fornisce biochar più grossolano, mentre residui colturali di colture erbacee danno un prodotto più fine. La granulometria del biochar influisce inoltre sulla scelta del prodotto migliore per determinate applicazioni e sulle modalità d'uso dello stesso.

La presenza di polvere di carbone (particelle di micro e nano dimensioni, comprese anche componenti organiche ed inorganiche) è un aspetto da considerare con molta attenzione, anche in relazione a possibili danni alla salute. Alcune ricerche hanno però evidenziato come proprio le particelle più fini possiedano elevata reattività chimica e risultino molto affini a contaminanti idrofobici, quali ad esempio i composti policiclici aromatici (IPA).

La densità reale, dipendente dalla temperatura di processo, aumenta al crescere della stessa, non superando in genere i 2 g/cm^3 . La densità apparente, dipendente dalla porosità del materiale, è generalmente compresa fra $0,30$ e $0,45 \text{ g/cm}^3$, caratteristica che può influire positivamente sul suolo quando il biochar viene utilizzato come ammendante.

Proprietà chimiche

Come è facile attendersi, data la grande eterogeneità dei diversi materiali, anche le proprietà chimiche del carbone vegetale sono di difficile classificazione.

Durante il processo termico disidratante e pirolitico, i maggiori costituenti della biomassa (C, H e O) volatilizzano, soprattutto idrogeno e ossigeno. La perdita di questi elementi avviene prima in acqua e successivamente come idrocarburi, vapori, gas. La quota di carbonio che resta nella fase solida può variare da una percentuale in peso nella biomassa di origine del 40-50% ad una percentuale in peso del 70-80% dopo pirolisi a temperature comprese fra 250 e 600°C.

Il carbonio presente nel biochar è in gran parte in forma aromatica, ma anche in questo caso temperature e caratteristiche della biomassa ne influenzano la struttura. L'aspetto importante è che gran parte del carbonio presente nel biochar è molto stabile e non soggetto a degradazione e mineralizzazione, soprattutto per biochar prodotto da biomassa legnosa.

La frazione minerale (ceneri) varia anch'essa in relazione a tipo di trattamento e biomassa utilizzata. In genere il contenuto in ceneri della biomassa di partenza (più basso nel materiale legnoso rispetto a quello erbaceo) si ritrova tal quale nel carbone vegetale.

| COMPONENTE | % IN PESO |
|------------------|-----------|
| carbonio stabile | 50-90 |
| materia volatile | 0-40 |
| umidità | 1-15 |
| ceneri | 0,5-5 |

Tabella 3. Percentuale dei 4 principali componenti del biochar (Brown, 2009; Antal e Gronli 2003)

Il contenuto di carbonio totale in differenti biochar (differenti per processo e/o biomassa) può variare da meno del 20% a oltre il 90%. Elevata anche la variabilità della concentrazione degli altri elementi, quali azoto, fosforo e potassio (Tabella 4).

Bisogna inoltre considerare che il contenuto totale degli elementi non rispecchia la disponibilità immediata degli stessi, ad esempio per l'azoto che presenta legami organici. Il fosforo disponibile è più elevato se la biomassa di partenza proviene da reflui zootecnici. Non indifferente è comunque la frazione prontamente disponibile (solubile in acqua).

Il rapporto C/N è molto elevato, ma il rischio di immobilizzazione dell'azoto presente nel suolo ammendato con biochar non sembrerebbe veritiero, in quanto gran parte del carbonio presente

nel biochar è biologicamente recalcitrante, quindi non soggetto a mineralizzazione da parte dei microrganismi.

La reazione (pH) del biochar è in genere alcalina (pH > 7,5), anche se non mancano esempi di materiali con pH neutro o addirittura sub-acido. La reazione alcalina lo renderebbe idoneo per terreni acidi; tuttavia sperimentazioni dirette in campo hanno evidenziato come l'incremento del pH del suolo dopo l'apporto di biochar non sia dovuto tanto al valore di pH di questo ultimo, quanto invece al suo contenuto in ceneri.

Alcuni biochar possono contenere una modesta presenza di carbonati, ai quali sarebbe attribuita la quota di CO₂ che il suolo rilascia in breve tempo a seguito di un apporto di biochar.

In relazione alla natura del materiale di partenza, è possibile ritrovare nel carbone vegetale prodotto eventuali metalli pesanti (in particolare in caso di impiego di rifiuti, fanghi e matrici già inquinate alla fonte). Inoltre, contenendo il biochar composti organici, è possibile, soprattutto in relazione al processo termico adottato, considerare eventuale presenza di fitotossicità.

| | pH | C g/kg | N g/kg | N min. mg/kg | C/N | P g/kg | P ass. g/kg | K g/kg |
|--------------|---------|-----------|-----------|-----------------|-------|-----------|----------------|-----------|
| RANGE | 6,2-9,6 | 172-905 | 1,7-78,2 | 0-2 | 7-500 | 0,2-73 | <0,1-11.6 | 1-58 |
| VALORE MEDIO | 8,1 | 543 | 22,3 | = | 61 | 23,7 | = | 24,3 |

Tabella 4. Variabilità della composizione chimica del biochar prodotto con differenti tipologie di biomassa e condizioni di pirolisi comprese fra 350-500°C (Chan e Xu, 2009)

La complessa ed eterogenea composizione chimica del biochar influisce anche sulle modalità con le quali il biochar interagisce con altre componenti organiche ed inorganiche con le quali può entrare in contatto. Durante il processo termico avviene la formazione di gruppi chimici funzionali specificatamente sulla superficie esterna e sulla superficie dei pori. Questi gruppi funzionali possono donare o accettare elettroni, fungendo pertanto da siti con proprietà sia acide che basiche, idrofile e idrofobiche. La composizione, distribuzione, proporzione e reattività di questi gruppi chimici funzionali dipendono da diversi fattori, ovviamente tipo di biomassa e condizioni di processo termico.

BIOCHAR E FERTILITA' DEL SUOLO

L'applicazione di biochar al suolo può modificare le caratteristiche fisiche dello stesso in relazione al tipo di materiale utilizzato, alla quantità di distribuzione, alla natura del suolo. Il biochar può influenzare il colore, la tessitura, la struttura, la porosità del suolo, cambiando il suo comportamento rispetto alla dinamica acqua-aria e modificando l'habitat dei microrganismi presenti; inevitabilmente la modifica di queste proprietà del suolo ammendato con biochar ha un'influenza diretta sulla crescita e produttività delle piante in esso coltivate, anche riducendo l'apporto di concimi chimici di sintesi.

Dalle sperimentazioni eseguite e tuttora in essere in tutto il mondo, emerge in termini generali il ruolo positivo che il biochar svolge quale ammendante nel suolo. La maggior parte dei risultati indicano un aumento della germinazione dei semi, dello sviluppo vegetativo, delle rese produttive (cerealicole, orticole, frutticole). Non mancano tuttavia studi dove i risultati non sembrano essere incoraggianti, a conferma della enorme eterogeneità di questo materiale.

Sinteticamente possiamo affermare che i possibili benefici colturali che l'applicazione del biochar fornisce al suolo sono i seguenti: miglioramento delle proprietà chimiche, miglioramento delle proprietà fisiche, influenza positiva sull'attività biologica del suolo.

Ovviamente, come esposto nei capitoli precedenti, la grande eterogeneità del biochar fa sì che la sua influenza sul terreno possa avere risvolti differenti, anche in relazione alle condizioni pedoclimatiche di applicazione.

Effetti sulle proprietà fisiche

L'applicazione del biochar al suolo può influenzarne positivamente la struttura.

La densità del biochar è molto bassa e inferiore a quella del terreno; pertanto, il principale effetto è una diminuzione della densità del suolo. L'applicazione nei primi 20 cm di 100 t/ha di biochar con densità pari a $0,4 \text{ g/cm}^3$ potrebbe ridurre la densità apparente del suolo di $0,1-0,2 \text{ g/cm}^3$. Tuttavia il biochar potrebbe, a seguito di modifiche subite nel tempo, andare a riempire la porosità esistente nel suolo, aumentandone la densità apparente. In genere in agronomia una minor densità apparente del suolo è associata alla presenza di sostanza organica, che riduce i fenomeni di compattamento e rilascia elementi nutritivi per le colture. Il biochar non sempre ha un effetto di pronto rilascio dei nutrienti, se non in materiali con elevato contenuto in ceneri; inoltre non bisogna sottovalutare il fatto che modalità inadeguate di distribuzione del biochar potrebbero

portare a fenomeni di compattamento, come del resto per qualsiasi pratica agronomica erroneamente eseguita.

L'introduzione del biochar nel suolo modifica anche la tessitura e la distribuzione della porosità, con influenza sui rapporti suolo-acqua-aria. Il biochar in genere può aumentare la capacità di ritenzione idrica del suolo, soprattutto in terreni sciolti a tessitura grossolana; al contrario in suoli argillosi la capacità di ritenzione idrica può addirittura diminuire, aumentando la disponibilità di aria.

| TIPO DI SUOLO | 0% CARBONE | 15% CARBONE | 30% CARBONE | 45% CARBONE |
|---------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| Sabbioso | 6,7 | 7,1 | 7,5 | 7,9 |
| Limoso | 10,6 | 10,6 | 10,6 | 10,6 |
| Argilloso | 17,8 | 16,6 | 15,4 | 14,2 |

Tabella 5. Effetto del biochar sulla capacità di ritenzione idrica (%v/v) nel suolo (Glaser B., Lehmann J., Zech W. - 2002)

Il biochar, come visto, potrebbe in taluni casi riempire la porosità naturale del suolo, riducendo la velocità di infiltrazione dell'acqua e la sua permeabilità; questo aspetto è legato alla granulometria del biochar stesso.

L'influenza del biochar sulla ritenzione idrica è da attribuire anche alla sua reattività chimica, che gli consente di influenzare l'aggregazione delle particelle del suolo; la presunta stabilità meccanica e chimica del biochar fa sì che le modifiche strutturali del suolo, con influenze sul rapporto con l'acqua, possano risultare durature nel tempo. La possibile influenza del biochar sui fenomeni di idrorepellenza, rilevata in talune sperimentazioni, necessita invece di approfondimenti.

L'applicazione del biochar, soprattutto in dosi elevate, modifica il colore del suolo nudo, scurendolo e diminuendone l'albedo; questo potrebbe portare ad un incremento del riscaldamento del pianeta, ma la quantificazione e significatività di questo fenomeno restano punti di domanda.

Effetti sulle proprietà chimiche

Da un punto di vista chimico, diverse sono le influenze del biochar.

Il biochar può aumentare il pH nei suoli acidi, riducendo la saturazione del complesso di scambio da parte dell'alluminio; l'effetto pare persistere anche dopo alcuni anni dall'ammendamento. Nei terreni neutri o sub-alcalini l'effetto sulla reazione del suolo può essere considerata non significativa. L'influenza sulla reazione si evidenzia maggiormente nei terreni sciolti che non in

quelli argillosi. La diminuzione dell'acidità del suolo è uno degli aspetti che significativamente influisce la produttività delle colture.

Il biochar può influire positivamente anche sulla capacità di scambio cationico, con conseguente aumento della ritenzione dei cationi e con notevoli effetti sulla ritenzione e sul rilascio dei nutrienti. Il biochar influenzerebbe anche la capacità di scambio anionico, generalmente molto bassa nel suolo con conseguente necessità del ricorso a concimazioni con elementi in forma anionica, come ad esempio il fosforo.

Il biochar può essere fonte diretta di elementi nutritivi, che possono essere anche prontamente disponibili, soprattutto in quei carboni con alto contenuto in ceneri. Tuttavia il principale effetto positivo sulla nutrizione delle piante sembra essere maggiormente imputabile a una minor lisciviazione degli elementi nutritivi presenti e/o apportati nel suolo.

| tipologia suolo e biochar | Biochar g/kg | ECE cmol/kg | K scamb. cmol/kg | Ca scamb. cmol/kg | Mg sc. cmol/kg | N tot g/kg | P ass. mg/kg |
|---|--------------|-------------|------------------|-------------------|----------------|------------|--------------|
| sabbioso biochar da legno duro | 0 | 3,4 | 0,03 | 1,00 | 0,17 | 0,7 | 7,0 |
| | 150 | 4,2 | 0,22 | 6,01 | 0,29 | 1,2 | 23,0 |
| | 300 | 5,1 | 0,46 | 13,46 | 0,41 | 2,4 | 37,4 |
| | 450 | 5,9 | 0,57 | 18,56 | 0,71 | 2,6 | 37,7 |
| sabbioso biochar da legno conifere | 0 | 3,4 | 0,03 | 1,00 | 0,17 | 0,7 | 7,0 |
| | 150 | 3,0 | 0,42 | 1,10 | 0,11 | 0,8 | 7,0 |
| | 300 | 3,3 | 0,24 | 2,26 | 0,30 | 0,7 | 16,1 |
| | 450 | 3,3 | 0,22 | 2,80 | 0,36 | 0,8 | 17,2 |
| limoso biochar da legno duro | 0 | 4,4 | 0,16 | 1,78 | 0,38 | 0,6 | 3,6 |
| | 150 | 5,4 | 0,37 | 6,16 | 0,36 | 0,6 | 6,6 |
| | 300 | 6,6 | 0,60 | 12,80 | 0,56 | 1,9 | 19,3 |
| | 450 | 6,9 | 0,82 | 19,81 | 0,74 | 2,5 | 27,0 |
| limoso biochar da legno confere | 0 | 4,4 | 0,16 | 1,78 | 0,38 | 0,6 | 3,6 |
| | 150 | 4,3 | 0,22 | 1,82 | 0,33 | 0,6 | 4,4 |
| | 300 | 4,3 | 0,29 | 3,03 | 0,52 | 0,7 | 5,7 |
| | 450 | 4,2 | 0,37 | 4,90 | 0,62 | 0,7 | 9,0 |

Tabella 6. Effetto dell'apporto di biochar su alcuni parametri chimici del suolo (tratto da Glaser B., Lehmann J., Zech W., - 2002)

Il biochar pare influire sul ciclo dell'azoto, intervenendo sui processi di ammonificazione e nitrificazione; alcuni risultati evidenziano una maggior efficienza delle concimazioni azotate in presenza di biochar, ovvero un miglior uso dell'azoto da parte delle piante.

Il maggior effetto dell'applicazione di biochar al suolo è l'aumento considerevole del contenuto in carbonio. Difficile definire organico questo tipo di carbonio, anche se i metodi chimici tradizionali di analisi del suolo per la determinazione del carbonio organico permetterebbero di classificarlo in tal senso, non riuscendo a scindere il carbonio della sostanza organica da quello apportato dal biochar. Se pur secondo i concetti della chimica organica non è possibile definire questo carbonio come forma "organica", possiamo tuttavia affermare che il carbonio apportato dal biochar è di origine organica, provenendo dal carbonio organico presente nella biomassa di partenza.

La caratteristica fondamentale di questa forma di carbonio è la presunta stabilità nel tempo, ovvero la sua proprietà di essere recalcitrante, resistente alla biodegradazione. E' difficile oggi quantificare con precisione quale sia il tempo di turnover del carbonio da biochar nel suolo; tuttavia è stato rilevato che, dove il biochar è stato apportato nel suolo, questo carbonio risulta la frazione più vecchia presente nel suolo, addirittura più vecchia del carbonio organico protetto all'interno degli aggregati del suolo e nei complessi organo-minerali, comunemente considerato il più stabile.

Si ritiene che il carbonio da biochar, una volta apportato al suolo, subisca più che altro delle modifiche bio-chimiche e non delle reali perdite in peso; dapprima subirebbe alcuni processi abiotici di decomposizione, limitati solo alla superficie esterna delle particelle di carbone, e solo successivamente sarebbe oggetto di azioni biotiche da parte dei microrganismi presenti nel suolo, che non porterebbero comunque ad una perdita di carbonio significativa.

E' possibile comunque distinguere nel biochar due differenti forme di carbonio: una labile (facilmente mineralizzabile) e una molto stabile; il rapporto fra le due forme, variabile per differenti tipi di carbone, può essere un indice di caratterizzazione e qualificazione del biochar. Si ritiene che la quota di carbonio in forma stabile possa persistere nel suolo per centinaia di anni.

E' proprio da questa enorme possibilità di svolgere un ruolo di "carbon sink" che si è sviluppato il forte tema che lega il "sistema biochar" alla mitigazione dei cambiamenti climatici. Da qui la necessità di definire le proprietà di stabilità, di longevità dei singoli e diversi biochar.

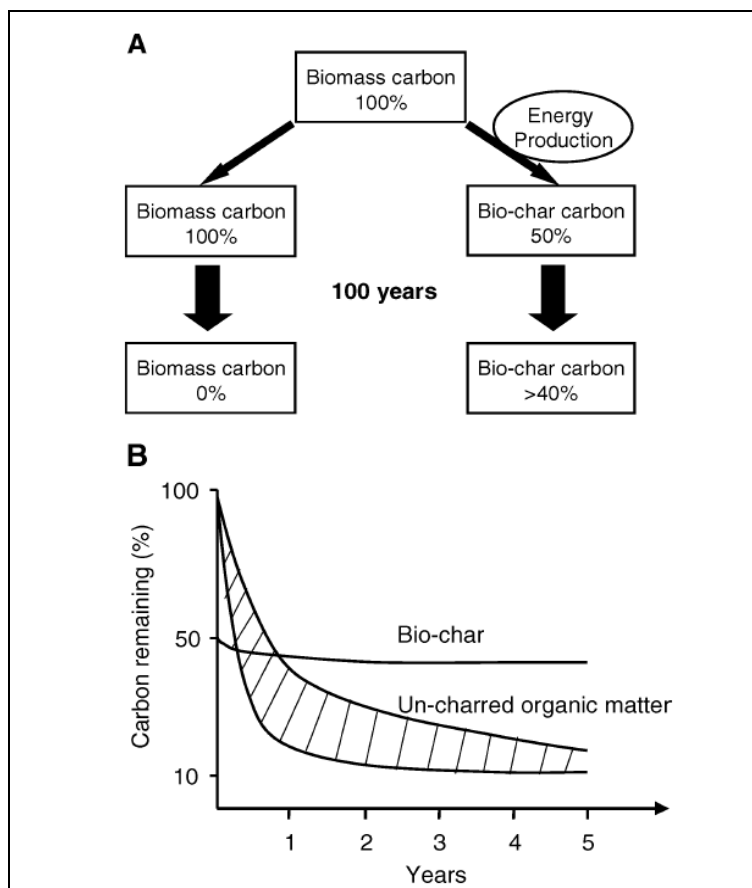


Fig. 11. Different evolution in the soil of the C content in biomass (source: Lehmann J et al. - 2006)

Altro argomento di grande dibattito è quello riguardante il cosiddetto “priming effect”, ovvero un aumento della degradabilità della sostanza organica presente originariamente nel suolo a seguito di un apporto di biochar. Difficile definire con precisione se l’aggiunta di biochar al suolo favorisca o deprima la mineralizzazione della sostanza organica; come vedremo più avanti, il biochar favorirebbe, in molte situazioni pedoclimatiche, un incremento della quantità della biomassa microbica del suolo, aspetto non sempre relazionato però ad un incremento dell’attività metabolica della stessa (respirazione). In talune situazioni sperimentali si è osservata una più rapida mineralizzazione della sostanza organica presente nel suolo a seguito dell’apporto di biochar, evento che non si è però verificato con costanza e ripetibilità. Dobbiamo comunque ricordare che esistono anche antiche e consolidate pratiche agronomiche che portano ad un incremento temporaneo della mineralizzazione della sostanza organica del suolo, quale ad esempio l’apporto di sostanza organica “fresca” (letame). Resta senza dubbio un tema oggetto di studio e approfondimento, anche in relazione al comprensione dell’entità reale di questo possibile effetto “priming”.

Effetti sulle proprietà biologiche

Gli effetti sulla “fertilità biologica” del suolo risultano strettamente correlati sia alle proprietà fisico-chimiche del biochar, sia all’influenza positiva che l’apporto di biochar ha sulla fertilità fisica del suolo.

La funzione dei microrganismi nel suolo è molteplice, in quanto si esplica sia nei processi di pedogenesi che nella nutrizione delle piante. I microrganismi intervengono nella mineralizzazione della sostanza organica, nella sintesi dell’azoto, nella formazione dell’humus e nell’immobilizzazione degli elementi minerali. Inoltre essi instaurano fondamentali rapporti con le piante nella fascia rizosferica, fillosferica, spermosferica, nonché nella simbiosi micorrizica. Si potrebbe tranquillamente affermare che in assenza della flora microbica il suolo sarebbe semplicemente un supporto meccanico.

La fertilità biologica dipende fondamentalmente dalla sostanza organica presente e dall’ambiente, inteso come clima. La degradazione dei residui vegetali avviene prevalentemente per attività batterica aerobica (in presenza di aria). La tipologia di sostanza organica (residui) è molto importante ed è fattore di selezione della flora microbica, influenzandone il metabolismo; i microrganismi eterotrofi si servono di monosaccaridi e azoto per la sintesi cellulare e il tenore in carbonio di un suolo influenza il metabolismo dell’azoto: sostanza organica con C/N alto provoca l’immobilizzazione dell’azoto a discapito delle piante coltivate, mentre il C/N basso favorisce la mineralizzazione. Oltre alla sostanza organica e al clima, anche le caratteristiche fisico-chimiche del terreno e le modalità di utilizzo dello stesso (lavorazioni meccaniche, irrigazione, concimazioni) sono fattori influenzanti la diversità della popolazione microbica e, conseguentemente, l’attività della stessa.

Il concetto di fertilità biologica si accompagna al tema della biodiversità. La biodiversità rappresenta l’insieme di specie animali e vegetali, del loro materiale genetico e degli ecosistemi di cui fanno parte. Essa può essere definita (OCSE, 1999) come la variabilità tra gli organismi viventi provenienti da qualsiasi origine, inclusi gli ecosistemi terrestri, marini e acquatici e i complessi ecologici di cui questi sono parte; ciò comprende la diversità all’interno delle specie, tra le specie e degli ecosistemi. Il 95% della biodiversità del nostro pianeta è presente nel suolo.

Le sperimentazioni effettuate, come del resto lo studio della “terra preta dos indios”, dimostrano che l’applicazione del biochar influenza le comunità dei microrganismi nel suolo.

L'apporto di biochar al suolo, grazie alle sue caratteristiche di porosità, crea un ambiente favorevole e di rifugio per i microrganismi.

La risposta dei microrganismi all'applicazione del biochar dipende dalle caratteristiche fisico-chimiche del suolo; ad esempio quando il biochar aumenta la ritenzione idrica del suolo, esso influisce positivamente anche sullo sviluppo dei microrganismi.

Le maggiori rese colturali in presenza di biochar sono spesso attribuite ad un aumento delle associazioni micorriziche.

Il biochar "fresco" (di recente produzione) può presentare sulla superficie composti che possono essere facilmente e positivamente metabolizzati dai microrganismi del suolo; nel contempo è possibile anche la presenza di composti ad azione fungicida e battericida (ad esempio formaldeide), in dipendenza del tipo di biomassa utilizzata e, principalmente, delle condizioni di processo della combustione. Tuttavia l'effetto di queste componenti superficiali parrebbe permanere per un massimo di due stagioni.

Secondo alcuni studi l'apporto di biochar aumenterebbe l'attività metabolica del suolo (respirazione basale); altre esperienze evidenziano invece una riduzione dell'attività, con un miglioramento dell'uso delle fonti di carbonio presenti nel suolo, sinonimo di maggiore efficienza metabolica. Positivi sembrano anche gli effetti in merito all'azoto-fissazione.

In relazione alla meso, macro e mega fauna pochi sono gli studi sui possibili effetti, sia positivi che negativi. Gli unici risultati si hanno con il lombrico, in quanto utilizzato in un test di valutazione di eventuale effetti tossici da parte del biochar. Anche in questo caso le risposte variano in relazione al tipo di biochar testato.

Problemi potrebbero verificarsi per ingestione di particelle di biochar (prove su capre non hanno fornito effetti negativi) o per inalazione delle particelle fini, questioni che dovranno essere affrontate.

Dosi di utilizzo del biochar

In merito alle dosi di utilizzo i dati disponibili sono alquanto eterogenei, dato che la quantità ottimale dipende dal tipo di biochar utilizzato, dalle caratteristiche pedologiche e climatiche del sito di intervento, dalla coltura prevista.

Per "quantità ottimale" si intende in questo caso una dose che produca effetti agronomici positivi.

E' possibile comunque affermare in termini generali che i valori medi ottimali di apporto si assestano fra 10 e 60 t/ha (sostanza secca), anche se non mancano esperienze nelle quali le dosi utilizzate sono state molto più elevate, fino ed oltre 200 t/ha. Tuttavia, vista la variabilità delle caratteristiche del biochar, in particolare in merito al contenuto del carbonio, sarebbe opportuno esprimere le dosi per quantità di carbonio apportato.

Le più recenti indicazioni sembrano orientare l'uso del biochar in campo attraverso una miscela con ammendante compostato verde, sia per risultati agronomici interessanti, sia per problematiche, non solo tecniche, di utilizzo. Non ultimo l'impiego del biochar nella fase propria di compostaggio dei residui organici, che pare possa portare alla formazione di composti organici ben stabilizzati.

Il biochar nei substrati per l'ortoflorovivaismo

Una ulteriore interessante applicazione del biochar è quale componente dei substrati per l'ortoflorovivaismo. Poche le esperienze in questo settore, ma le prime sperimentazioni ancora in essere sembrano fornire risultati interessanti, sia per le influenze sulle proprietà fisiche delle miscele (porosità e ritenzione idrica), sia in termini di rilascio di elementi nutritivi.

Un aspetto preoccupante di questo utilizzo può riguardare il pH: il biochar è nella maggior parte dei casi alcalino, con valori di pH che raggiungono e superano le 9 unità pH. Alcune prove di laboratorio hanno evidenziato come, all'aumentare delle dosi di utilizzo del biochar in un substrato a base di torba e pomice, il valore di pH non incrementi proporzionalmente, seppur il dato assoluto sia già elevato con una presenza di biochar di solo il 25% in volume. Tuttavia, ai primissimi esiti in coltivazione, detto valore parrebbe non influenzare negativamente le colture. Trattasi senza dubbio di un settore dove il biochar può avere un ruolo importante, con una sperimentazione tutta da sviluppare.

GLI ASPETTI AMBIENTALI DEL BIOCHAR E LA SUA SOSTENIBILITA'

All'aumento della concentrazione dei cosiddetti "gas serra" in atmosfera è attribuita gran parte delle cause dei cambiamenti climatici che sembrerebbero in essere nella nostra epoca.

Il tema è complicato e complesso, diverse sono le cause di questo aumento di produzione di gas serra, differenti le possibili modalità di riduzione. Non esiste una soluzione unica che possa risolvere la questione, bensì è razionale pensare che più e differenti azioni possano contribuire significativamente alla soluzione del problema. Le opzioni correntemente proposte per prevenire, minimizzare o contenere il cambiamento climatico richiedono la gestione del ciclo del carbonio e della concentrazione di CO₂ in atmosfera attraverso la riduzione delle emissioni (limitazione del consumo di combustibili fossili) ed un miglior utilizzo degli stoccaggi, sequestrando il carbonio nella vegetazione, nel suolo e nel sottosuolo.

Il ciclo globale del carbonio è l'insieme degli scambi di anidride carbonica e altri composti del carbonio tra i vari siti contenenti l'elemento. La CO₂ presente nell'atmosfera viene utilizzata nel processo fotosintetico dei vegetali, che vanno a formare composti organici, in minima parte direttamente respirati. Questa fonte organica in parte entra nelle catene alimentari degli animali, in parte, dopo la morte dell'organismo vegetale, viene trasformata e degradata dai microrganismi del terreno, con conseguente rilascio di CO₂ in atmosfera nel processo finale di mineralizzazione. La CO₂ emessa può essere assorbita nelle acque degli oceani sotto forma di bicarbonato ed essere stoccata in profondità.

Nel corso di milioni di anni alcuni sedimenti sul fondo degli oceani derivati dalla decomposizione di organismi marini, gusci di calcite e aragonite, in determinate condizioni hanno originato giacimenti di petrolio, di carbone e di gas naturale. Questi prodotti, una volta estratti e utilizzati come combustibili per le attività umane, emettono nuovamente in atmosfera CO₂. E' ovvio che questa emissione va a squilibrare l'equilibrio naturale del ciclo in quanto, in brevissimo tempo, immette nuovamente in circolo quote di carbonio stoccate milioni di anni fa.

Attualmente circa metà delle attuali emissioni sono assorbite dagli ecosistemi terrestri e oceanici, ma questi assorbimenti sono condizionati dal clima: infatti l'aumento di temperatura causato dall'effetto serra diminuisce la solubilità della CO₂ negli strati superficiali degli oceani, con conseguente aumento dell'emissione in atmosfera.

Il carbonio organico del suolo costituisce circa due terzi del carbonio presente negli ecosistemi terrestri e corrisponde a più del triplo di quello contenuto dall'atmosfera. Le ampie dimensioni e il

tempo di residenza relativamente lungo fanno di questo comparto un sink potenzialmente importante per lo stoccaggio del carbonio atmosferico.

Abbiamo detto che il carbonio presente nel suolo deriva essenzialmente dai residui di materiale vegetale e animale che, sotto l'azione dei microrganismi del suolo, vengono degradati e trasformati; parte del carbonio organico viene umificato (carbonio stabile) e parte viene mineralizzato con emissione di CO₂. Anche il carbonio stabile può subire una mineralizzazione, in dipendenza di diversi fattori fra i quali le condizioni pedoclimatiche; all'aumentare delle precipitazioni aumenta lo stoccaggio in forma stabile, mentre all'aumentare della temperatura decresce. E' possibile affermare che il riscaldamento globale potrebbe provocare una più rapida mineralizzazione della sostanza organica, con emissione di CO₂ crescente.

Proprio il fatto che il carbonio presente nel biochar risulti fortemente stabile (recalcitrante), con permanenze nel suolo stimate per centinaia di anni, rende il sistema biochar alquanto interessante; sostanzialmente, immettendo nel suolo una fonte di carbonio stabile, si aumenterebbe la sua funzione di stoccaggio di carbonio.

Alcuni studi hanno stimato che se la biomassa venisse convertita in biochar attraverso un processo pirolitico, il 20% del carbonio catturato attraverso la fotosintesi si troverebbe in forma stabile nel carbone prodotto, mentre la quota restante sarebbe utilizzata per la produzione di energia rinnovabile, senza l'impiego del "carbon fossile".

Come riferito in precedenza, si ritiene che la tecnologia del biochar sia non solo "Carbon neutral", ma addirittura "Carbon negative", ovvero sequestri più carbonio di quanto ne emette per produrre energia. Altre fonti di energia rinnovabile, come il solare o l'eolico, non comportano emissioni di gas a effetto serra ma non consentono di sottrarre anidride carbonica all'atmosfera e rappresentano sistemi neutri. La produzione di energia da pirolisi e/o gassificazione pirolitica di biomasse e l'applicazione del carbone ottenuto al suolo consentirebbero invece di ottenere un bilancio negativo del carbonio immesso nell'aria.

Ovviamente, in un bilancio complessivo del sistema biochar bisognerà tenere conto di tutti gli aspetti che influenzano "le emissioni e le sottrazioni", non dimenticando, ad esempio, che l'applicazione al suolo del biochar può anche provocare, inizialmente e nel breve termine, un aumento dell'emissione di CO₂ dal suolo (influenza esercitata sulla biomassa microbica che in determinate condizioni aumenta la propria attività metabolica in presenza di biochar).

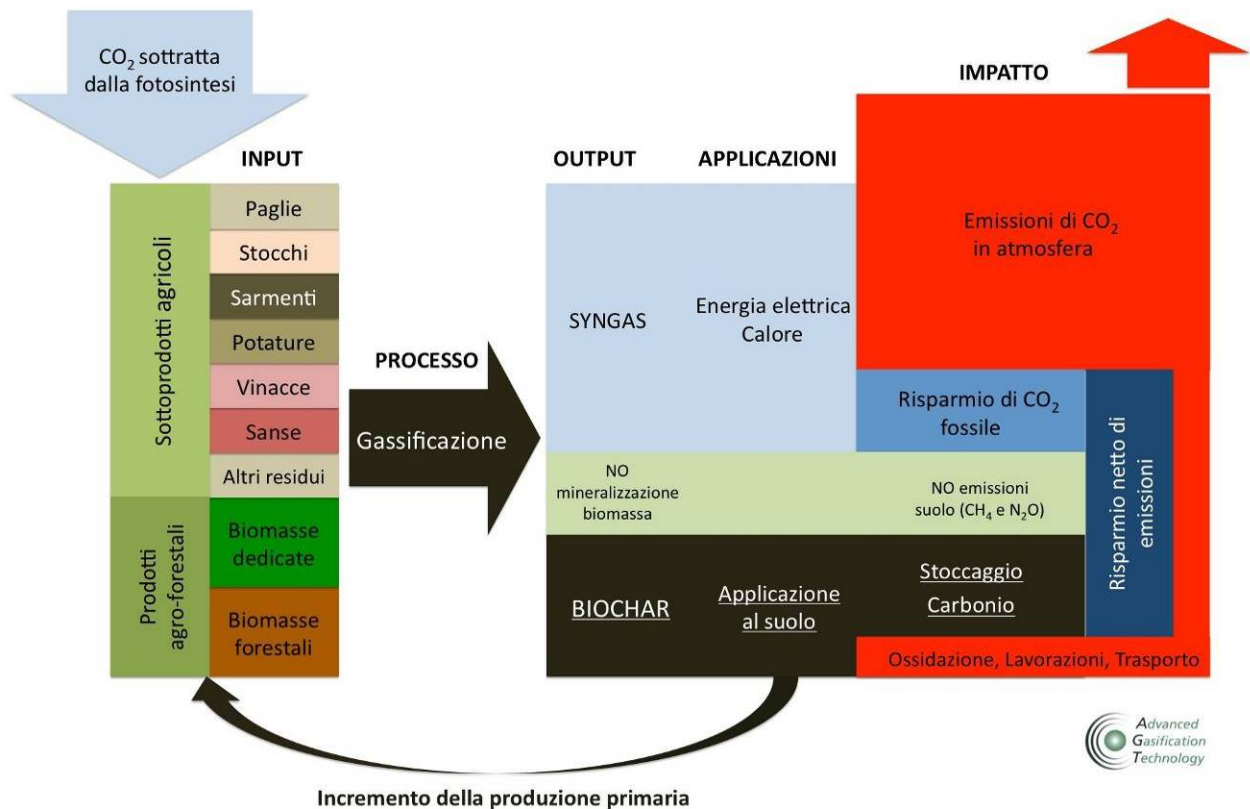


Fig. 12. Il ciclo "Carbon negative" legato al processo di gassificazione delle biomasse

E' naturale, a fronte di quanto esposto, prevedere in un non lontano futuro la creazione di un commercio internazionale di crediti di CO₂ legati all'impiego del biochar: le imprese potranno compensare le loro emissioni acquistando crediti di emissioni evitate grazie a questa nuova tecnologia ed all'impiego del biochar.

Si sottolinea inoltre il fatto che se detta tecnologia fosse applicata ai soli residui agroforestali e agli scarti delle industrie agroalimentari, senza dover ricorrere alla produzione di colture dedicate a rapida crescita per la produzione di energia rinnovabile (coltivazioni energetiche), sarebbe scongiurato il pericolo di sottrazione di superficie agricola da sempre destinata alle produzioni alimentari.

Questo è un aspetto fondamentale di carattere non solo etico, che coinvolge l'attuale tematica della pianificazione e della gestione del territorio. La corsa alla produzione di energia rinnovabile causa una sostanziale modifica dei piani colturali delle imprese agricole, che sovente si trasformano in imprese a produzione di energia. Questo avviene in particolare in quelle aree a forte vocazione agricola, dove spesso ha prevalso lo sviluppo di un'agricoltura intensiva.

Basti pensare al settore del biogas, ovvero agli impianti nati per trattare i reflui zootecnici al fine di produrre energia e ottenere un prodotto finale (il digestato) di minor impatto ambientale e di più facile gestione, anche in termini di sostenibilità, nel riutilizzo nel suolo; oggigiorno molti di questi impianti funzionano con un contributo importante di materiale vegetale da colture cerealicole (mais), in quanto esso permette incrementi della resa energetica.

La produzione dedicata di colture ad alto rendimento di biomassa è certamente ottimale per gli impianti di pirolisi e, in particolare, per quelli di gassificazione pirolitica, ma una scelta prioritaria per l'uso primario degli scarti agricoli e agroalimentari avrebbe un serio risvolto da un punto di vista della globale sostenibilità ambientale del "sistema biochar".

Quando si parla di gas serra, non ci si riferisce esclusivamente alla CO₂, bensì anche alle emissioni di altri composti, quali ad esempio il metano e l'ossido nitroso. Del totale dei gas serra emessi in atmosfera, la CO₂ ne rappresenta circa l'83%, l'N₂O il 5%, il CH₄ l'8%; tuttavia questi ultimi due composti sono considerati assai più pericolosi del primo, con un'incidenza sull'effetto serra molto più grande.

L'attuale e comune gestione della biomassa risultante da rifiuti verdi, rifiuti organici urbani, reflui zootecnici, produce in genere metano (CH₄) e ossido nitroso (N₂O). Anche in questo caso una strategia di gestione differente di queste biomasse, in grado di evitare o ridurre tali emissioni, porterebbe a un positivo contributo alla lotta ai cambiamenti climatici; la tecnologia riferita al biochar potrebbe apportare in tal senso un significativo contributo, potendo contare in tal modo su una gestione meno impattante di questi rifiuti.

Tra l'altro, l'applicazione del biochar al suolo ha influenze dirette sulla riduzione delle naturali emissioni di CH₄ e N₂O, anche se i risultati sperimentali sono oggi ancora controversi e poco significativi.

Il ciclo dell'azoto nel suolo è complesso. In genere, a seguito della mineralizzazione della sostanza organica, l'azoto organico viene trasformato dai batteri del suolo in azoto ammoniacale (ben trattenuto dal suolo) e azoto nitrico (facilmente lisciviabile). In condizioni di anaerobiosi agiscono i batteri denitrificanti, che riducono l'azoto nitrico e provocano emissione di N₂O. L'apporto di biochar nel suolo ha evidenziato in specifiche situazioni la riduzione di queste emissioni; in suoli sommersi, dove la denitrificazione è favorita dall'anaerobiosi, il biochar riesce a equilibrare il rapporto aria/acqua all'interno della macro e microporosità. Pertanto, più che per un effetto diretto sui microrganismi del suolo, i risultati pare dipendano dalle modifiche che il biochar

apporta alle proprietà fisiche del suolo, in quanto la variazione di emissione dipenderebbe dalla porosità e dalle proporzioni di contenuto di acqua e aria. Un ulteriore effetto del biochar nel suolo sembrerebbe essere quello di rallentare i processi di nitrificazione dell'azoto organico, influenzando pertanto anche sulla disponibilità e lisciviazione dell'azoto nitrico.

Il metano rientra nel ciclo del carbonio e si forma in genere in condizioni di anaerobiosi (metano genesi). Il biochar riduce l'emissione di questo gas in quanto aumenta l'aerazione, riducendo le condizioni di anaerobiosi.

Da un punto di vista ambientale esistono altri aspetti che devono essere tenuti in considerazione in relazione all'uso del biochar nel suolo.

Il primo aspetto riguarda il possibile rischio di contaminazione del suolo attraverso l'uso di biochar. Le maggiori preoccupazioni riguardano i metalli "pesanti", le diossine, gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA). Le possibili contaminazioni del biochar con questi componenti possono derivare dall'utilizzo di biomassa inadeguata e/o dalle condizioni del processo di combustione. I fanghi di depurazione delle acque e/o i rifiuti solidi urbani possono contenere, ad esempio, quantità critiche di metalli "pesanti"; la stessa pollina, biomassa assai interessante per la produzione di biochar, ha fornito spesso un carbone con elevata concentrazione di metalli, pur partendo da un materiale di origine non eccessivamente contaminato.

Circa gli IPA, la letteratura indica possibile contaminazione quando le temperature di pirolisi superano i 700°C, anche se la loro assenza non è completamente certa anche a temperature minori (350-600°C). Tuttavia, biochar prodotto da gassificazione pirolitica a temperature superiori a 1000°C non ha rilevato la presenza di IPA a livelli considerati pericolosi. Inoltre bisogna considerare il fatto che il carbone in genere ha grande affinità per questi composti e pertanto potrebbe addirittura essere utilizzato per sequestrarli e renderli indisponibili in suoli che li contengono. Non esistono al momento studi che evidenzino l'apporto di IPA al suolo attraverso il biochar e inoltre bisognerebbe essere in grado di identificare, in caso di presenza di IPA nel biochar, la frazione realmente biodisponibile.

Anche riguardo le diossine, al momento non esistono dati che ne indichino la presenza nel carbone di gassificazione.

Un approfondimento di questi aspetti è doveroso, auspicando anche studi di campo che valutino gli effetti che queste possibili contaminazioni possono avere sulle colture cresciute in suoli ai quali sia stato apportato del biochar "contaminato".

Si conclude questa prima parte di conoscenza del biochar riportando tale quale uno schema tratto da un documento della JRC European Commission (Biochar Application to soils – A critical scientific review of effects on soil properties, processes and functions - 2010), all'interno del quale sono riassunti i possibili aspetti positivi e negativi sull'uso del biochar, oltre a quelli che ancora necessitano di approfondimenti, allo stato delle conoscenze scientifiche oggi disponibili.

Queste considerazioni portano innanzitutto a confermare l'importanza di una regolamentazione della produzione del biochar attraverso un processo di tracciabilità, partendo dalla biomassa di origine utilizzata fino ai parametri di produzione.

In questa direzione l'International Biochar Initiative (IBI) sta promuovendo un percorso di certificazione del biochar che prevede diverse classi di qualità del prodotto.

In Italia l'Associazione Italiana Biochar (ICHAR) sta invece operando al fine di identificare un percorso di classificazione del biochar anche per un suo riconoscimento quale ammendante del suolo all'interno della normativa sui fertilizzanti; dobbiamo infatti ricordare che ad oggi (ottobre 2011), secondo la normativa vigente, non è possibile utilizzare detto prodotto in un suolo agricolo.

| ASPETTI POSITIVI | CONSIDERAZIONI |
|--|---|
| EVIDENZA CHE IL CARBONE NEL SUOLO PERSISTE PER LUNGO TEMPO | IL CARBONE È STATO TROVATO IN SUOLI DI QUASI TUTTO IL MONDO |
| IL PRINCIPIO DEL MIGLIORAMENTO DEI SUOLI È STATO GIÀ SPERIMENTATO IN PASSATO CON SUCCESSO | ANTHROSOLS POSSONO ESSERE TROVATI IN MOLTE PARTI DEL MONDO, SEBBENE IN GENERE IN ESTENSIONI RIDOTTE. LA REALIZZAZIONE DI ANTHROSOLS SU VASTA SCALA RICHIEDE ATTENTE VALUTAZIONI E DETTAGLIATE ANALISI DEGLI EFFETTI SUL SUOLO E SU ALTRI ASPETTI AMBIENTALI |
| DOPO L'APPORTO DI BIOCHAR AL SUOLO LA PRODUZIONE DELLE COLTURE È SPESSO AUMENTATA | I PRINCIPALI DATI PROVENGONO DA REGIONE TROPICALI, IN DETERMINATE CONDIZIONI E PER UN TEMPO LIMITATO (1-2 ANNI). ESISTONO ANCHE CASI DOVE GLI EFFETTI SULLA PRODUZIONE SONO STATI NEGATIVI |
| L'AFFINITÀ DEL BIOCHAR VERSO I COMPOSTI ORGANICI IDROFOBICI POTREBBE INCREMENTARE LA CAPACITÀ DI ASSORBIMENTO DEL SUOLO DI QUESTE MOLECOLE | L'APPLICAZIONE DEL BIOCHAR PARE INCREMENTARE LA CAPACITÀ COMPLESSIVA DEL SUOLO DI ASSORBIRE COMPOSTI ORGANICI, QUALI IPA E FITOFARMACI, RIDUCENDO IN TAL MODO IL LORO EFFETTO TOSSICO |

| | |
|--|--|
| MIGLIORAMENTO DELL'HABITAT PER I MICRORGANISMI DEL SUOLO | L'APPORTO DI BIOCHAR AL SUOLO HA SPESSO EVIDENZIATO UN INCREMENTO DELLA BIOMASSA MICROBICA, DELL'ATTIVITÀ BIOCHIMICA, PORTANDO AD UNA MAGGIORE EFFICIENZA MICROBICA. IL GRADO DI RISPOSTA SEMBRA DIPENDERE ANCHE DALLA DISPONIBILITÀ DI NUTRIENTI NEL SUOLO |
| AUMENTO DELLE ASSOCIAZIONI MICORRIZICHE ED AUMENTO DELLA PRODUTTIVITÀ DELLE COLTURE | QUESTI RISULTATI POSSONO DIPENDERE DA DIVERSI FATTORI, QUALI L'ALTERAZIONE DELLE PROPRIETÀ FISICO-CHIMICHE DEL SUOLO, EFFETTI DIRETTI VERSO ALTRI MICRORGANISMI DEL SUOLO CHE CAUSANO EFFETTI INDIRETTI POSITIVI SULLE MICORRIZE, BLOCCO DI SOSTANZE TOSSICHE, RIFUGIO DA ALTRI FUNGHI |
| AUMENTO DELLA PRESENZA ED ATTIVITÀ DEI LOMBRICHI | MOLTI STUDI HANNO EVIDENZIATO CHE I LOMBRICHI PREFERISCONO SUOLI AMMENDATI CON BIOCHAR RISPETTO A SUOLI SENZA BIOCHAR. QUESTO PERÒ NON RISULTA VERO PER OGNI TIPOLOGIA DI BIOCHAR TESTATA |
| ASPETTI NEGATIVI | CONSIDERAZIONI |
| L'USO ANALOGO DEL BIOCHAR PER STABILIRE GLI EFFETTI DEL BIOCHAR PRODOTTO CON LE PIÙ MODERNE TECNICHE È RIDUTTIVO | IL CARBONE PRESENTE NEI SUOLI DENOMINATI TERRA PRETA È LIMITATO PRINCIPALMENTE ALL'AMAZZONIA. BLACK CARBON È STATO TROVATO IN DIVERSI SUOLI DEL MONDO, MA DERIVA DA POCHÉ TIPOLOGIE DI BIOMASSA E DA PRECISE CONDIZIONI DI PIROLISI |
| EROSIONE DEL SUOLO | LA DISTRIBUZIONE IN COPERTURA DEL BIOCHAR SUL SUOLO (TOP-DRESSING) AUMENTA L'EROSIONE DELLE PARTICELLE FINI CAUSATA DAL VENTO E/O DALL'ACQUA. ALTRE INFLUENZE DEL BIOCHAR SULL'EROSIONE SONO ANCORA DA APPROFONDIRE |
| COMPATTAMENTO DEL SUOLO DURANTE LA DISTRIBUZIONE | L'APPLICAZIONE DI AMMENDANTI E FERTILIZZANTI AL SUOLO PUÒ CAUSARE FENOMENI DI COMPATTAMENTO QUANDO EFFETTUATI INADEGUATAMENTE |
| RISCHIO DI INQUINAMENTO DEL SUOLO | LA POSSIBILE CONTAMINAZIONE DEL BIOCHAR DA COMPOSTI TOSSICI PUÒ AVERE EFFETTI NEGATIVI SULLE PROPRIETÀ E FUNZIONI DEL SUOLO. LA CONTAMINAZIONE PUÒ AVVENIRE PER USO DI BIOMASSA INQUINATA O DA SPECIFICHE CONDIZIONI DI PIROLISI |
| RIMOZIONE DAL SUOLO DEI RESIDUI COLTURALI PER PRODURRE BIOCHAR | LA RIMOZIONE DAL SUOLO DEI RESIDUI COLTURALI DA UTILIZZARE PER LA PRODUZIONE DI BIOCHAR POTREBBE PORTARE ANCHE AD EFFETTI NEGATIVI NEL SUOLO |
| PERICOLI SANITARI E DI INCENDIO | I RISCHI DA INCENDIO E/O SANITARI (POLVERE) LEGATI ALLA PRODUZIONE, TRASPORTO, APPLICAZIONE E STOCCAGGIO DEL BIOCHAR DEVONO ESSERE TENUTI IN SERIA CONSIDERAZIONE PER UNA SCELTA STRATEGICA DELL'USO DEL BIOCHAR |

| | |
|---|--|
| RIDUZIONE DELLA SOPRAVVIVENZA DEI LOMBRICHI | ALCUNI CASI DI STUDIO HANNO EVIDENZIATO TOSSICITÀ SU LOMBRICHI, QUALE AD ESEMPIO UNA DOSE ELEVATA DI BIOCHAR PRODOTTO DA POLLINA (POSSIBILE INCREMENTO DEL PH O DELLA CONCENTRAZIONE DI SALI) |
| ASPETTI CHE DEVONO ESSERE APPROFONDITI | CONSIDERAZIONI |
| ANCORA POCHI GLI STUDI CHE EVIDENZIANO I RISULTATI POSITIVI DELL'USO DEL MODERNO BIOCHAR NELLA GESTIONE DEL SUOLO | I RISULTATI POSITIVI DELL'USO DI BIOCHAR NEL SUOLO SONO LIMITATI AD ALCUNE TIPOLOGIE DI BIOCHAR UTILIZZATI IN DETERMINATE CONDIZIONI AMBIENTALI E GESTIONALI, CON EFFETTI TESTATI SOLO NEL BREVE PERIODO; NON SONO DISPONIBILI DATI CERTI PER UN PERIODO PIÙ LUNGO |
| "CARBON NEGATIVE" DEL SISTEMA BIOCHAR | LA CAPACITÀ DI STOCCAGGIO DI CARBONIO DA PARTE DEL BIOCHAR È IPOTIZZATO, MA SCARSI SONO I DATI CHE POSSONO QUANTIFICARE QUESTO ASPETTO, INFLUENZATO TRA L'ALTRO DA DIVERSI FATTORI (AMBIENTALI, SOCIALI, ECONOMICI) |
| EFFETTI SUL CICLO DELL'AZOTO | IL BIOCHAR, INFLUENZANDO LE RELAZIONI ACQUA-ARIA DEL SUOLO E L'ATTIVITÀ MICROBICA IN ESSO PRESENTE, AGISCE SULLE EMISSIONI DI N ₂ O. I MECCANISMI SONO ANCORA POCO COMPRESI |
| MASSIMA QUOTA DI BIOCHAR SOPPORTATA DA UN SUOLO | NON È ANCORA NOTA LA MASSIMA QUANTITÀ DI BIOCHAR CHE UN SUOLO È IN GRADO DI RICEVERE SENZA PRECLUDERE LE SUE FUNZIONI PRIMARIE |
| MOBILITÀ AMBIENTALE E DESTINO DEL BIOCHAR | LE IMPLICAZIONI E LA DURATA DEI CAMBIAMENTI CHE IL BIOCHAR APPORTA NEL SUOLO SONO ANCORA SCONOSCIUTI. LA PERDITA E MOBILITÀ DEL BIOCHAR ATTRAVERSO IL PROFILO DEL SUOLO FINO A RAGGIUNGERE LE ACQUE DI FALDA NON È ANCORA STATO APPROFONDITO |
| DISTRIBUZIONE DI CONTAMINANTI PRESENTI NEL BIOCHAR E LORO BIODISPONIBILITÀ | POCHI ANCORA I DATI RELATIVI ALLE POSSIBILI CONTAMINAZIONI DEL BIOCHAR (AD ESEMPIO DA IPA E METALLI PESANTI) ED AI POSSIBILI EFFETTI NEL SUOLO, RELATIVAMENTE ANCHE ALLA BIODISPONIBILITÀ DI QUESTI POTENZIALI INQUINANTI |
| EFFETTO SULLA DINAMICA DELLA SOSTANZA ORGANICA DEL SUOLO | DIFFERENTI PROCESSI SONO CONOSCIUTI, MA MOLTI DUBBI PERSISTONO CIRCA IL MODO CON I QUALI ESSI SONO INFLUENZATI DAL CLIMA, DAL SUOLO E DAI SISTEMI DI GESTIONE |
| POROSITÀ DEL BIOCHAR | SEBBENE LA POROSITÀ DEL BIOCHAR PARE INFLUENZARE LE PROPRIETÀ FISICHE DEL SUOLO E LE SUE RELAZIONI CON ACQUA E ARIA, POCHI SONO I DATI SPERIMENTALI DISPONIBILI CHE SPIEGHINO I MECCANISMI ALL'ORIGINE DI QUESTI EFFETTI |

| | |
|--|--|
| RITENZIONE IDRICA DEL SUOLO | GLI EFFETTI CHE IL BIOCHAR PUÒ AVERE SULLA RITENZIONE IDRICA DI UN SUOLO DIPENDONO MOLTO DALLA TIPOLOGIA DI SUOLO, OLTRE CHE DAL TIPO DI BIOCHAR UTILIZZATO. NON SONO ANCORA DISPONIBILI PERÒ DATI CHE METTANO IN RELAZIONE CON CERTEZZA SCIENTIFICA LA DISPONIBILITÀ DI ACQUA DI UN SUOLO E L'APPLICAZIONE DI BIOCHAR |
| COMPATTAMENTO DEL SUOLO | IL RISCHIO DI COMPATTAMENTO DEL SUOLO DOVUTO ALL'APPORTO DI BIOCHAR RIGUARDA IN PRIMIS LE MODALITÀ DI APPLICAZIONE, PER LE QUALI È SUFFICIENTE RIFARSI ALLE BUONE NORME DI PRATICA AGRICOLA; ALTRI EFFETTI SU UNA POSSIBILE INFLUENZA SUL COMPATTAMENTO DEL SUOLO DA PARTE DEL BIOCHAR SONO POCO CONOSCIUTI |
| EFFETTO "PRIMING" SULLA SOSTANZ ORGANICA | DATI DI UN POSSIBILE AUMENTO DELLA DEGRADAZIONE DELLA SOSTANZA ORGANICA IN SUOLI AMMENDATI CON BIOCHAR SONO LIMITATI, CONTROVERSI ED IN GENERE RIFERITI A PARTICOLARI TIPI DI BIOCHAR IN DETERMINATE TIPOLOGIE DI SUOLO; INOLTRE I DATI DISPONIBILI SI RIFERISCONO SOLO AD EFFETTI NEL BREVE TERMINE |
| EFFETTI SULLA MEGAFUNA | POCHI GLI STUDI SUI POSSIBILI EFFETTI NEGATIVI CHE IL BIOCHAR NEL SUOLO PUÒ AVERE SULLA MEGAFUNA PER INGESTIONE, CONTATTO E RESPIRAZIONE. |
| IDROFOBICITÀ | I FENOMENI CHE RIGUARDANO L'IDROREPELLENZA DI UN SUOLO SONO POCO CONOSCIUTI; COME IL BIOCHAR POSSA INFLUENZARLE QUESTO FENOMENO È ANCORA PIÙ OSCURO |
| AUMENTO DELLA DECOMPOSIZIONE DEL BIOCHAR IN RELAZIONE ALLE PRATICHE AGRICOLE | ANCORA POCO STUDIATO COME LE DIFFERENTI PRATICHE AGRICOLE POSSANO INFLUENZARE (ACCELERARE) LA DECOMPOSIZIONE DEL BIOCHAR NEL SUOLO, RIDUCENDONE LA CAPACITÀ DI STOCCAGGIO DEL CARBONIO |
| CAPACITÀ DI SCAMBIO CATIONICO | MOLTI I RISCONTRI SPERIMENTALI SULL'AUMENTO DELLA CSC DEL SUOLO DOPO L'APPORTO DI BIOCHAR; DUBBI RIMANGONO SULLA DURATA NEL TEMPO DI QUESTO EFFETTO |
| ALBEDO DEL SUOLO | IL BIOCHAR PUÒ DIMINUIRE L'ALBEDO DELLA SUPERFICIE DEL SUOLO, MA QUANTO QUESTO POSSA PORTARE AD UN SIGNIFICATIVO CONTRIBUTO AL RISCALDAMENTO DEL SUOLO È TUTTO DA VERIFICARE |

A completamento della presente pubblicazione seguono due sezioni di raccolta di alcune fra le più significative e recenti sperimentazioni effettuate sul biochar, la prima di livello internazionale, la seconda specifica per la Lombardia.

La prima sezione (internazionale) non pretende certo di essere esauriente dello stato della ricerca mondiale sul biochar; sono stati scelti lavori fra i più recenti pubblicati e/o presentati a convegni internazionali, che trattassero di tutte le tematiche affrontate nella presente pubblicazione, quali la fertilità del suolo e i cambiamenti climatici.

La seconda sezione è specifica delle prove di ricerca e sperimentazione in Lombardia che MAC - Minoprio Analisi e Certificazioni, con la preziosa e irrinunciabile collaborazione di AGT – Advanced Gasification Technology, ha condotto negli ultimi anni sul biochar prodotto da gassificazione pirolitica.

Considerando quanto fino ad ora esposto circa la significativa e ampia eterogeneità del prodotto biochar, diventa difficile definire in maniera univoca il ruolo, in gran parte positivo, che detta matrice esercita sulla fertilità del suolo. Pertanto, nel leggere, studiare, valutare gli esiti di una specifica sperimentazione, bisognerà porre la massima attenzione alla tipologia di biochar utilizzato e alle condizioni pedoclimatiche e colturali dell'applicazione stessa, evitando di generalizzare qualsiasi risultato, sia esso positivo o negativo.

I lavori esposti evidenziano la grande potenzialità del biochar, sia in ambito agronomico che in quello ambientale, ma anche la necessità di nuove e maggiori conoscenze, oltre a un bisogno urgente di uniformare i metodi analitici di caratterizzazione del biochar, al fine di poter avere dati confrontabili fra di loro.

In Italia sono ancora pochi gli enti che si occupano di biochar ma, a nostro modo di vedere, è ormai maturo il tempo per un progetto nazionale coordinato che possa fornire risposte alle tante domande ancora esistenti, in particolare con riferimento agli effetti sulle proprietà del suolo nel lungo periodo ed alla quantità massima di biochar applicabile nel tempo, il tutto al fine di giungere quanto prima alla gestione regolamentata del sistema biochar.

LA RICERCA INTERNAZIONALE:
RACCOLTA SCHEMATICA DI ALCUNI DEI
PIU' RECENTI LAVORI DI
RICERCA E SPERIMENTAZIONE
A LIVELLO INTERNAZIONALE

TITOLO

IL BIOCHAR DA PULA DI RISO INCREMENTA LA PRODUTTIVITA' DEI SUOLI SABBIOSI IN VIETNAM

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Slavich, P^a; Dung, TT^b; Keen, B^b; Tam, HM^b

^aIndustry and Investment NSW, Wollongbar Primary Industries Institute, Wollongbar, NSW Australia;

^bAgricultural Science Institute of Southern Central Coastal Vietnam, Quy Nhon, Vietnam.

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Vietnam

ANNO/I PROVA

2009

OBIETTIVI

Il centro del Vietnam presenta più di 500.000 ettari di suoli sabbiosi in un clima monsonico tropicale, con 8-9 mesi di stagione calda e secca. L'irrigazione è una necessità, ma essendo i terreni sabbiosi e molto poveri di sostanza organica, la capacità di ritenzione idrica è modesta, come pure quella di trattenere elementi nutritivi. Gli agricoltori hanno a disposizione letame e fertilizzanti chimici (NPK), seppure molto costosi. Il Vietnam produce annualmente più di 20 milioni di Mg di riso, che consentono di ricavare 4 milioni di tonnellate di residui organici (pula). L'utilizzo energetico di questi residui è praticato da molti anni e consente di ottenere anche del biochar, con contenuto di carbonio pari a circa il 30%. La sperimentazione intende valutare l'utilizzo di questo biochar come ammendante nei suoli sabbiosi per incrementarne fertilità e produttività.

METODI

Una prova di campo è stata implementata nel 2009 su un suolo sabbioso (Arenosol) coltivato ad arachidi. Le tesi sperimentali hanno previsto i seguenti trattamenti:

- 1) controllo non trattato
- 2) NPK (30:26:75)
- 3) letame (5 Mg/ha)
- 4) NPK (30:26:75) + letame (5 Mg/ha)

Ciascun trattamento è stato replicato con e senza il biochar, utilizzato alla dose di 20 Mg/ha. Tutte le parcelle sono state poi calcitate (500 kg/ha). Le singole parcelle avevano dimensione di 10 m², replicate 3 volte per ciascun trattamento in blocchi randomizzati. L'irrigazione veniva applicata manualmente ogni 2-3 giorni e l'umidità del suolo rilevata settimanalmente alla profondità di 10, 20 e 30 cm. Al termine della coltivazione sono stati effettuati campionamenti di suolo per determinare la dotazione in sostanza organica (metodo W.B.) e di elementi nutritivi. Al termine del ciclo colturale la biomassa prodotta e la resa produttiva è stata determinata. La biomassa vegetale prodotta è stata analizzata per il contenuto dei principali nutrienti (N, P, K).

RISULTATI

L'incremento della resa in arachidi e della produzione di biomassa è stata significativamente influenzata dalla combinazione di concime, letame e biochar.

L'incidenza dell'adsorbimento dell'azoto da parte delle piante è stata poco significativa, anche in relazione al fatto che la coltura era una leguminosa. Tuttavia un incremento significativo si è verificato in contemporanea presenza dei tre fattori indagati (concime, letame, biochar). Gli effetti

sull'adsorbimento di fosforo e potassio sono invece stati più evidenti, soprattutto in presenza di concime e biochar con o senza letame. Nessuna differenza invece si è rilevata per quanto riguarda la dotazione di macro elementi del suolo dopo la raccolta; questo dato evidenzia come gli elementi apportati dai tre fattori indagati sono stati dilavati e adsorbiti completamente dalla coltura. Si è inoltre rilevato che la presenza del biochar ha permesso di ridurre il dilavamento, aumentando la ritenzione idrica. L'aumento della sostanza organica nel suolo è stato significativo con l'apporto di letame e biochar.

CONCLUSIONI

Il biochar prodotto da residui di riso ha avuto effetti positivi in merito all'incremento della fertilità fisico-chimica di suoli sabbiosi influenzando positivamente la produzione di arachidi. L'aumento della sostanza organica e della ritenzione idrica ha avuto effetti determinati sulla produzione di biomassa e di frutti.

Riepilogo risultati prova sperimentale

(⁺⁺ sostanza secca - ⁺ determinazione con metodo Wakley e Black - ^{} media umidità a h=20 cm)*

| trattamento | Produzione t/ha | | asporto coltura kg/ha | | | suolo | |
|------------------------|-----------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------|--|------|
| Biochar - NPK - Letame | Resa | - biomassa ⁺⁺ | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | S.O. ⁺ - umidità [*] | |
| N N N | 0,99 | 1,47 | 21,9 | 6,3 | 5,6 | 0,25 | 13,5 |
| N S N | 1,53 | 1,80 | 20,1 | 10,6 | 22,4 | 0,33 | 14,6 |
| N N S | 1,58 | 1,60 | 19,5 | 9,5 | 15,6 | 0,55 | 14,0 |
| N S S | 1,60 | 1,96 | 19,0 | 11,2 | 27,2 | 0,58 | 15,1 |
| S N N | 1,66 | 1,90 | 22,9 | 10,7 | 13,8 | 0,63 | 14,1 |
| S S N | 1,88 | 2,12 | 22,8 | 15,1 | 38,8 | 0,70 | 14,8 |
| S N S | 1,66 | 1,97 | 16,1 | 9,6 | 19,2 | 0,69 | 14,8 |
| S S S | 2,00 | 2,59 | 30,6 | 15,5 | 42,3 | 0,84 | 15,5 |
| LSD | 0,30 | 0,23 | 7,7 | 4,1 | 10,8 | 0,11 | 2,2 |

TITOLO

EFFETTO DELL'APPLICAZIONE DI DIFFERENTI BIOCHAR IN SUOLI TEMPERATI

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Möller, A^a; Borchard, N^b; Siemens, J^b; Amelung, W^b;
Utermann, J^c

^aFederal Institute for Geoscience and Natural Resources;

^bUniversity of Bonn;

^cBGR Hannover; Germany

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Germania

ANNO/I PROVA

2008-2010

OBIETTIVI

Il biochar incrementa la fertilità del suolo ed aumenta le rese delle colture. Tuttavia biochar provenienti da differenti biomasse e da diversi processi tecnologici possiedono differenti proprietà fisico-chimiche che portano ad ottenere effetti diversi sulle funzioni del suolo. Inoltre è necessario garantire che il biochar utilizzato come ammendante sia privo di effetti fitotossici ed inquinanti. Il presente studio ha analizzato i diversi effetti di 3 differenti tipologie di biochar su suoli temperati.

METODI

I 3 biochar utilizzati nella sperimentazione sono stati ottenuti come segue:

- 1) biochar da pirolisi (flash pyrolysis) ottenuto da legno di abete (PC);
- 2) biochar da gassificazione ottenuto da legno di faggio (GC);
- 3) carbone convenzionale ottenuto da legno di faggio (CC).

I 3 biochar sono stati utilizzati singolarmente in prove di campo con due differenti tipologie di suolo, uno limoso ed uno sabbioso; le dosi di apporto dei biochar sono state dell'1,5% in peso, con aggiunta di concime complesso NPK ed irrigazione. La prova è stata condotta in contenitori interrati nei quali sono state coltivate piantine di mais.

RISULTATI

Le caratteristiche dei diversi biochar sono risultate assai differenti. Il biochar da pirolisi presenta un pH più basso (4,2) rispetto a quello da gassificazione (10,6) ed al carbone convenzionale (8,4); anche i valori di cenere, elementi nutritivi, area superficiale specifica, micro porosità risultano più bassi per il biochar da pirolisi. Il grado di ossidazione (O/C) è maggiore nel biochar da pirolisi (O/C = 0,13) e minore nel biochar da gassificazione (O/C = 0,4).

Gli effetti del biochar nel suolo ad un anno dal trattamento sono stati rilevati, mentre sulla produzione di biomassa la dose utilizzata non ha permesso di ottenere risultati significativi.

Il biochar da pirolisi ha significativamente acidificato il suolo, mentre gli altri hanno incrementato il pH. Interessante l'effetto sul contenuto di acqua: il carbone convenzionale ed il biochar da gassificazione hanno incrementato il contenuto di acqua, al contrario del biochar da pirolisi, che lo ha diminuito.

In merito alla presenza di sostanze inquinanti, i risultati rientrano nei limiti normativi tedeschi.

CONCLUSIONI

Differente tipologie di biochar utilizzati come ammendanti hanno effetti diversi sulle funzioni e proprietà del suolo. Il biochar da gassificazione utilizzato in questa prova ha incrementato nel suolo il pH, la CSC, la disponibilità di elementi per le piante, la ritenzione idrica; anche il carbone convenzionale ha proposto effetti simili. Al contrario, il biochar da pirolisi utilizzato ha acidificato il suolo e ridotto la disponibilità idrica. La dose utilizzata, corrispondente a circa 40 Mg/ha per una profondità di 20 cm, non ha avuto invece effetti sulla produttività.

TITOLO

INFLUENZA DEL BIOCHAR SULLA CAPACITA' DI SCAMBIO CATIONICO DEI SUOLI DELL'AMAZZONIA CENTRALE

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Souza, TT^a; Teixeira, WG^b; Steiner, C. ^c; Lima, A^d; Arruda, M^a; Moreira, A^e

^aEmbrapa Amazônia Ocidental, Brazil;

^bEmbrapa Solos, Brazil;

^cBiochar, Austria;

^dEsalq, Brazil;

^eEmbrapa Pecuaria Sudeste, Brazil

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Amazônia (Brasile)

ANNO/I PROVA

OBIETTIVI

La capacità di scambio cationico (CSC) del suolo è un fattore determinante per la produttività dei suoli, in particolare per la gestione delle concimazioni. Nei suoli dell'Amazônia centrale (Typic clayey Acrothoxl) la CSC è molto bassa e dipende principalmente dal contenuto di sostanza organica; quando la sostanza organica degrada, si riduce anche la CSC. Obiettivo è valutare l'applicazione di diversi livelli di biochar in suoli coltivati a banana con bassa CSC.

METODI

La prova è stata condotta nella stazione sperimentale dell'Embrapa Amazonia Ocidental in Manaus. Il suolo è stato classificato come un Typic clayey Acrothoxl. E' stato utilizzato un disegno sperimentale a blocchi randomizzati con 27 trattamenti. Il biochar è stato testato in tre dosi (0-13-26 t/ha), con differenti fattori di concimazione (P₂O₅ come superfosfato triplo a 167, 334 e 668 kg/ha e N come urea a 0, 90 e 180 kg/ha). Il biochar è stato prodotto utilizzando come biomassa i residui degli alberi locali (contenuto in C del biochar 70%). I suoli sono stati campionati in triplice replica per singolo trattamento ad una profondità di 0-10 cm. La CSC è stata determinata sommando le basi di scambio con l'acidità di scambio. Il Tukey test è stato utilizzato per determinare effetti significativi.

RISULTATI

I risultati sono stati significativi. L'apporto di biochar ha incrementato la CSC; non risultano invece differenze fra i due livelli di apporto.

CONCLUSIONI

Il biochar può essere una reale soluzione al problema della bassa capacità di scambio cationico dei suoli tropicali dell'Amazônia centrale.

TITOLO

IMPLICAZIONI AMBIENTALI ED AGRONOMICHE DELLA PRODUZIONE E DELL'USO DEL BIOCHAR

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Krull, E^a; Kookana^a, R; Smernik, R^b; McBeath, A^b; Jahanshahi, S^c; McGowan, J^a; Donne, S^d; Lehmann, J^e,

^aCSIRO Land and Water, PMB 2, Glen Osmond SA 5064, Australia;

^bSchool of Agriculture, Food and Wine, The University of Adelaide, Waite Campus, Glen Osmond SA 5064, Australia; Box 312,

^cCSIRO Process Science and Engineering Clayton South 3169, Victoria, Australia ^dUniversity of Newcastle, Callaghan, NSW 2308, Australia;

^eDepartment of Crop and Soil Science, Cornell University, Bradfield Hall, Ithaca, NY 14853, USA

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Australia-America

ANNO/I PROVA

OBIETTIVI

E' da tutti accettato il fatto che il biochar prodotto da differenti biomasse ed in differenti condizioni di processo possieda diverse proprietà chimiche, fisiche e biologiche. Ma mentre molti studi valutano numerose proprietà del biochar, si ritiene che sia fondamentale conoscere le caratteristiche agronomiche di questo materiale (ad esempio pH, CSC, ritenzione idrica) per meglio comprendere gli effetti che il biochar può avere sul suolo e sulla crescita delle piante. Inoltre quando l'uso del biochar è volto al sequestro del carbonio, la sua stabilità e longevità nel suolo non può essere determinata solo dal suo contenuto in carbonio. Nuove sofisticate analisi sono necessarie al fine di comprenderne la struttura ed i cambiamenti che subisce. Per ultimo è necessario valutare il fenomeno erosivo che il biochar può subire una volta apportato al suolo, con possibile trasporto nei fiumi.

METODI

Sono stati analizzati 70 tipi di biochar ottenuti da differenti biomasse e con differenti condizioni di processo.

RISULTATI

La temperature di processo influenza il rapporto fra il carbonio volatile e quello fissato; le proprietà agronomiche variano invece al variare della biomassa, mentre le condizioni di pirolisi hanno minor influenza. Anche all'interno di uno stesso genere di biomassa (ad esempio legnosa) le proprietà cambiano notevolmente. Questo sta ad indicare che una classificazione del biochar sulla base di una generica categoria di biomassa non è efficace. I risultati hanno evidenziato che il biochar prodotto dai residui delle colture ha una maggior ritenzione idrica, maggior capacità di scambio, maggior capacità di trattenere e rilasciare i nutrienti (Figura 1). Un altro risvolto è stato che mentre la ritenzione idrica dei suoli aumenta con l'incremento degli apporti di biochar, nei suoli poveri di nutrienti (acidi, calcarei, sabbiosi) si hanno maggiori risposte che non nei suoli più fertili, a conferma che le condizioni pedologiche influenzano le risposte di un'applicazione del biochar.

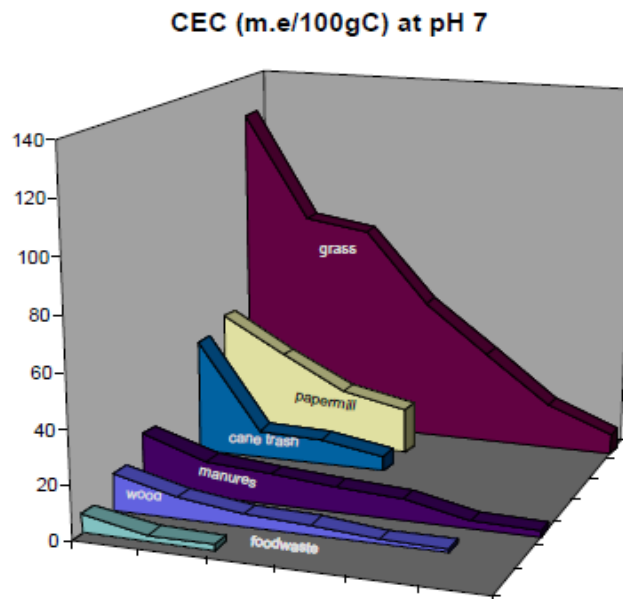


Figure 1. Cation exchange capacity of biochars produced from different materials as m.e./100gC.

Sulla stabilità del biochar nel suolo, esperimenti di incubazione in laboratorio non sono conclusivi e non danno risposte definitive; tuttavia è possibile affermare che il biochar che deriva da biomassa ricca in lignina è stabile per centinaia di anni. La spettroscopia NMR permette di chiarire alcuni aspetti strutturali del biochar, determinando le proporzioni del contenuto di carbonio aromatico, con alcune limitazioni relative alle temperature di analisi. Tuttavia una tecnica che usa benzene con carbonio marcato pare permettere di ottenere informazioni sul grado di condensazione del biochar (figura 2). La natura del biochar lo pone a rischio di erosione, soprattutto quando applicato superficialmente al suolo. Il biochar che termina nei sedimenti dei fiumi ha un tempo di degrado differente (più lungo) rispetto a quello che subisce nel suolo. Tuttavia non sono disponibili risultati sugli effetti che il biochar ha quando si deposita nei sedimenti dei fiumi soprattutto in termini di impatto ambientale.

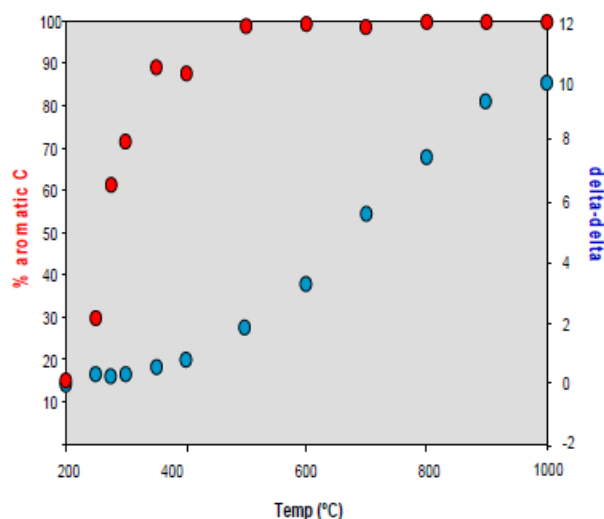


Figure 2. Comparison of %aromatic C and degree of condensation of biochars produced at different temperatures (Anna McBeath, unpubl. data).

CONCLUSIONI

Alta la variabilità di struttura e comportamento nel suolo del biochar.

TITOLO

EFFETTO SULLA FERTILITA' DEL SUOLO E SULLA PRODUZIONE AGRARIA

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Baronti, S^a, Laberti, G^a, Di Gennaro, F^a, Liu, J^b, Miglietta, F^a, Peressotti, A^b, Vaccari FP^a

^aCNR-IBIMET, Firenze, Italia

^bUniversità di Udine, Dipartimento di Agricoltura e Scienze Ambientali, Udine, Italia

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Italia

ANNO/I PROVA

2007-2008

OBIETTIVI

La riduzione delle emissioni di CO₂ è fondamentale per la mitigazione dei cambiamenti climatici. L'aumento del "carbon sink" è un obiettivo a medio termine e può essere raggiunto con differenti strategie. Il biochar è una strategia a basso rischio rispetto ad altre opzioni. All'interno dell'attività della "Italian Initiative Biochar" sono in essere molteplici lavori di campo e di laboratorio al fine di valutare l'effetto del biochar sulla fertilità del suolo e sulla produzione delle colture.

METODI

La disponibilità di nutrienti, l'effetto sulla biomassa microbica e l'interazione con micorrize arbuscolari sono state valutate a seguito di apporto al suolo di biochar. Nelle prove di laboratorio sono state effettuate prove in vaso con *Lolium perenne* al fine di studiare gli effetti sulla produzione di 6 dosi di biochar (0-10-30-60-100-120 t/ha) e valutare gli effetti sulle associazioni micorriziche alla dose di 30 t/ha. Prove in vaso su suolo nudo sono state eseguite per valutare la stabilità nel tempo del biochar nel suolo, l'effetto sulla decomposizione dei residui, l'influenza sulla microbiologia del suolo e sul ciclo dell'azoto. In questa prova le tesi in 4 repliche erano: C) controllo solo suolo; B) suolo + biochar al 5% in peso; R) suolo + residui vegetali allo 0,5% in peso; BR) suolo + biochar 5% + residui vegetali 0,5%. Nella tabella seguente le principali caratteristiche del biochar utilizzato nelle prove.



| Biochar | carbone di legno |
|------------|------------------|
| Dimensione | 200 µm |
| P (g/kg) | 0,5 |
| K (g/kg) | 4,3 |
| S (g/kg) | 1,1 |
| Ca (g/kg) | 26 |
| Mg (g/kg) | 2,8 |

Nelle prove di campo si è valutata l'incidenza del biochar sulla produttività di frumento duro in Toscana (*Triticum durum*) e su mais in Friuli Venezia Giulia (*Zea mais*). Le prove in campo hanno previsto blocchi randomizzati con tre trattamenti. In Toscana il Biochar (B) è stato provato alla dose di 10 t/ha in confronto con un controllo (C) e con un trattamento del suolo con sola lignite (L) alla

dose di 10 t/ha. In Friuli le tesi erano le seguenti: controllo (C), Biochar alla dose di 10 t/ha (B) e biochar + residui vegetali (BR).

RISULTATI

Le prove in laboratorio hanno evidenziato un significativo incremento della biomassa prodotta (20% in più del controllo con la dose di 30 t/ha, 52% con dose di 60 t/ha). Riduzione della biomassa prodotta si è ottenuta con le dosi più elevate (100 e 120 t/ha).

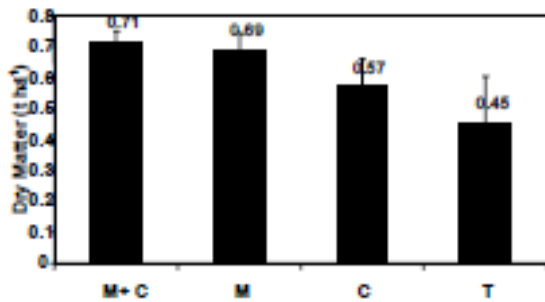


Fig. 2 Lab experiment on *Lolium perenne*: biomass production. Numbers on top of bars refers to dry matter of *Lolium perenne* : C= Biochar; T= Control ; M= Arbuscular mycorrhizae

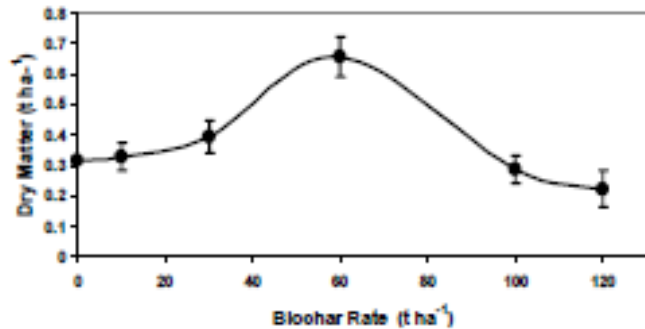


Fig. 3 Lab experiment on *Lolium perenne*: relation between biomass production and the amount of biochar added into the soil. Vertical bars indicate standard deviation

Il biochar ha avuto un effetto positivo sulla biomassa prodotta quando sono state aggiunte micorrize. La prova su suolo nudo ha evidenziato che meno del 3% del carbonio aggiunto con il biochar è stato respirato dopo 84 giorni di incubazione; al contrario, il carbonio aggiunto con i residui vegetali (R) e con i residui vegetali + biochar (BR) è stato respirato per oltre il 50%. Nelle prove di campo il frumento duro ha incrementato la produzione con la presenza di biochar. La lignite non ha sortito effetti positivi. Su mais il biochar ha provocato una leggera riduzione della produzione, comunque non significativa.

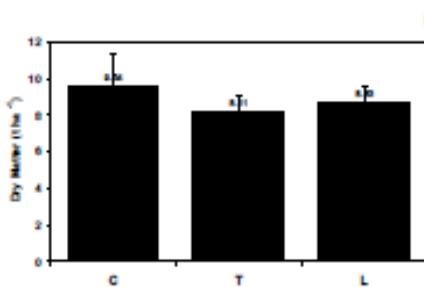


Fig. 5 Biomass production of wheat. Numbers on top of bars refers to dry matter of wheat. C= Biochar; T= Control ; L= Lignite

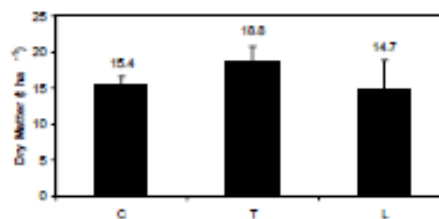


Fig. 6 Biomass production of maize. Numbers on top of bars refers to relative yield. C= Only biochar; T= Control ; L= Biochar + residues

CONCLUSIONI

Il biochar ha effetti positivi sulla produzione delle colture; il non significativo risultato su mais è imputabile ad una dose di biochar troppo bassa per questa specie vegetale alquanto vigorosa. Il biochar pare avere un effetto inibitore sull'attività della biomassa microbica.

TITOLO

INFLUENZA DI DIVERSI TIPI DI BIOCHAR SULLA RITENZIONE IDRICA DEL SUOLO

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Camps, M; Herath, HMSK; Camps Arbestain, M; Hedley, MJ
Massey University, New Zealand

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Nuova Zelanda

ANNO/I PROVA**OBIETTIVI**

L'uso del biochar migliora le caratteristiche fisiche dei suoli, in particolare la ritenzione idrica. Scopo del presente lavoro è la verifica dell'effetto di biochar prodotti da differenti biomasse a temperature di pirolisi diverse sulla ritenzione idrica di due suoli.

METODI

Due le biomasse utilizzate (M=Miscanthus e C=mais), due differenti temperature di pirolisi (350 e 550°C), due tipi di suolo (Alfisol e Andisol). I 4 biochar ottenuti sono stati distribuiti alle seguenti dosi: 0-2,5-5-10 t/ha. Successivamente i campioni di suolo raccolti sono stati seccati, setacciati a 2 mm e analizzati per la ritenzione idrica a differenti potenziali matriciali (-15, -1, -0.3, -0.1, -0.08, -0.06, -0.04, and -0.02 bar).

RISULTATI

Tutti i biochar hanno incrementato la ritenzione idrica dei due tipi di suoli, con differenze sia in relazione al suolo, sia in relazione alle temperature utilizzate per la pirolisi. In genere un maggior aumento della ritenzione idrica si è ottenuta con i biochar prodotti da pirolisi a 350°C; ma significatività statistica si è ottenuta solo per il biochar da Miscanthus nell'Alfisol.

CONCLUSIONI

Il biochar ha un positivo effetto sulla ritenzione idrica dei due tipi di suolo utilizzati nella sperimentazione. Differenza di comportamento dei biochar sembra essere maggiormente legata alla temperatura di processo impiegata che non alle due tipologie di biomassa utilizzate.

TITOLO

INFLUENZA DEL BIOCHAR SULLA FERTILITA' DEL SUOLO E SULLO STOCCAGGIO DEL CARBONIO IN PASCOLI SUB-TROPICALI

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Sinclair, K^a; Slavich, P^a; Morris, S^a; Kimber, S^a; Downie, A^b; Van Zwieten, L^a

^aNSW Industry and Investment, 1234 Bruxner Highway, Wollongbar NSW 2477 Australia;

^bPacific Pyrolysis, Somersby NSW 2250 Australia

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Australia

ANNO/I PROVA

2006-2008

OBIETTIVI

Nel nord dell'Australia i suoli rossi acidi (Ferrosols) erano molto fertili e destinati alle foreste tropicali. Successivamente questi terreni sono stati destinati alla produzione di foraggi, con conseguente riduzione della fertilità dovuta sia alla riduzione di sostanza organica e nutrienti, sia all'aumento dell'acidità dovuta agli alti apporti di concimi azotati.

Ad oggi l'acidità viene ordinariamente contrastata con calcitazioni. Le concimazioni azotate (urea) e le calcitazioni contribuiscono enormemente all'emissione di gas serra (N₂O e CO₂). Nuove tecnologie sono necessarie sia per aumentare la fertilità dei suoli, sia per ridurre le emissioni di gas serra.

METODI

Nel 2006 un campo sperimentale è stato realizzato per comprendere gli effetti del biochar sulla resa in foraggio, sulla fertilità del suolo, sullo stoccaggio di carbonio.

12 differenti modalità di trattamento sono state sperimentate combinando 3 fattori: 2 livelli di concimazione (0 – N276:P22:K50 kg/ha anno), 2 di calcitazione (0 – 5 Mg/ha anno in singola applicazione), 3 dosi di biochar (0 – 10 Mg/ha di biochar ottenuto da letame di bovino da carne – 10 Mg/ha di biochar ottenuto da residui verdi).

La coltura del 2007-2008 è stata loiessa (*Lolium multiflorum*).

RISULTATI

Rispetto al controllo non trattato, la produzione di loiessa è stata incrementata del 96% dall'apporto di concime NPK, del 14% dall'apporto di biochar e del 7% dalla calcitazione.

I 3 fattori combinati hanno permesso la più alta produzione (16,79 Mg/ha di sostanza secca, 0,88 Mg in più del controllo non trattato). Il biochar da residui verdi non ha influenzato statisticamente la produzione, mentre quello da letame bovino, in assenza di concimazione, ha migliorato l'adsorbimento di N, P, K, Ca, Mg, Na. Questo ultimo biochar, sia in assenza che in presenza della calce, ha ridotto significativamente l'acidità dei suoli.

Sull'attività del biomassa non sono state riscontrate differenze significative. Nelle parcelle trattate con biochar il contenuto di carbonio nel profilo superficiale (0-7,5 cm) è incrementato mediamente dal 4,7% al 5,1-5,4% dopo 3 anni dal trattamento; il biochar da residui verdi ha avuto il massimo incremento, in presenza di fertilizzanti, raggiungendo il 6,5% di carbonio nel suolo.

Si è stimato che l'incremento nel suolo di carbonio ottenuto con i due diversi biochar sia in grado di compensare le emissioni di gas serra di 16 e 38 Mg equivalenti di CO₂ rispettivamente per il biochar da letame bovino e per quello da residui verdi.

CONCLUSIONI

L'aumento di carbonio nel suolo dovuto all'ammendamento con biochar da letame bovino pare essere conseguenza della maggior produzione di biomassa; per il biochar da residui vegetali, che non ha fornito rese produttive significativamente superiori, l'incremento di carbonio è invece correlabile alla stabilizzazione della sostanza organica presente.

TITOLO

ECOLOGIA MICROBICA DI SUOLI AMMENDATI CON BIOCHAR

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Thies, JE; Jin, Hongyan

Department of Crop and Soil Sciences, 722 Bradfield Hall, Cornell University, Ithaca, NY 14853 USA

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

USA

ANNO/I PROVA**OBIETTIVI**

La biologia del suolo è un fattore critico delle sue funzioni; capire come il biochar influenzi i microrganismi del suolo è fondamentale per assicurare che la qualità del suolo venga preservata. E' la porosità del biochar che pare garantire ad alcuni microrganismi del suolo un habitat ideale, protetto da predatori, al giusto grado di umidità, con disponibilità di nutrienti e fonti di energia diversificate e fondamentali per la loro crescita.

METODI

In un suolo di New York ammendato con 0-1-12-30 t/ha di biochar sono stati determinati alcuni fondamentali parametri indicatori dell'attività biologica del suolo, ovvero la quantità di carbonio della biomassa del suolo, la respirazione basale, il quoziente metabolico, eso-enzimi, componenti della comunità microbica.

RISULTATI

I risultati evidenziano che i suoli ammendati con biochar presentano una quantità maggiore di carbonio della biomassa microbica, una respirazione basale più bassa, un quoziente metabolico inferiore: questo indica una maggiore efficacia da parte dei microrganismi ad utilizzare le fonti di carbonio nel suolo. Sempre nei suoli con presenza di biochar si rileva una più alta attività enzimatica relativa all'azoto ed al fosforo che non quella relativa al carbonio, ad indicare una più bassa domanda di substrato fonte di carbonio rispetto alle esigenze cellulari in azoto e fosforo. Questo aspetto confermerebbe quanto rilevato precedentemente, ovvero la maggior capacità dei microrganismi ad utilizzare il carbonio presente nel suolo. In merito alla composizione delle colonie fungine e microbiche del suolo, all'aumentare della presenza di biochar cresce la diversità di composizione delle stesse.

CONCLUSIONI

I risultati evidenziano che l'apporto di biochar al suolo provoca un cambiamento nella comunità microbica che porta ad una riduzione di perdita di elementi nutritivi e carbonio.

TITOLO

RESPIRAZIONE MICROBICA E MINERALIZZAZIONE DELL'AZOTO IN SUOLI AMMENDATI CON BIOCHAR IN QUEBEC - CANADA

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Macdonald Campus of McGill University, Department of Natural Resource Sciences, 21111 Lakeshore Road, Ste-Anne-de-Bellevue, Quebec, Canada H9X 3V9

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Canada

ANNO/I PROVA**OBIETTIVI**

L'impatto che il biochar ha sulla popolazione microbica del suolo è poco compreso. Pare che il biochar permetta un maggior sviluppo della popolazione microbica, con conseguente aumento della respirazione ed influenza sul ciclo dell'azoto. Probabilmente questo dipende dalla modifica delle proprietà fisiche del suolo a seguito di apporto di biochar e ad una sorta di protezione che il biochar fornisce a taluni microrganismi all'interno della sua porosità. Obiettivo del lavoro è valutare la risposta microbica di un suolo ammendato con biochar in condizioni controllate.

METODI

Il disegno sperimentale, randomizzato, ha previsto l'uso di due suoli (superficiale e profondo) ed un unico tipo di biochar a diverse dosi. Il suolo superficiale (5-30 cm) è sabbioso-limoso con un contenuto dell'1,16% di C, mentre quello profondo (> 40 cm) è sabbioso-argilloso con un contenuto limitato di C (0,4%). Il pH è pari a 6,0 ed il suolo è stato utilizzato precedentemente per la coltivazione di mais. Il biochar è stato prodotto da materiale legnoso in un processo di pirolisi (Pyrovac) ed è stato utilizzato in 4 differenti dosaggi: 0, 10, 20 e 40 g/kg suolo (equivalente ad apporti in campo pari a 0, 20, 40 e 60 t/ha). La sperimentazione è stata condotta in contenitori contenenti 75 g di suolo/biochar, inumiditi al 50% della capacità di ritenzione idrica e racchiusi in barattoli chiusi da 1 litro, incubandoli a 25°C. La respirazione del suolo è stata misurata settimanalmente, mentre il contenuto di azoto nitrico e ammoniacale è stato determinato dopo 1, 2, 4, 8, 12 e 16 settimane di incubazione.

RISULTATI

La respirazione e la mineralizzazione dell' azoto è stata maggiore nel suolo superficiale, indipendentemente dal contenuto di biochar. Dopo 8 settimane di incubazione la respirazione del suolo, sia superficiale che profondo, era significativamente superiore nel suolo ammendato con 40 e 60 t/ha di biochar. Al contrario la mineralizzazione dell'azoto non è stata influenzata dall'apporto di biochar in entrambe le tipologie di suolo .

CONCLUSIONI

I risultati confermano come il biochar promuova un miglioramento dell'ambiente per lo sviluppo dei microrganismi del suolo, senza però alterare la disponibilità di azoto per le colture. Stanno procedendo sperimentazioni in campo su diverse colture per verificare la disponibilità di azoto alle piante in presenza di biochar.

TITOLO

EFFETTO DELL'USO DI BIOCHAR DI PULA DI PALMA DA OLIO SULLE CARATTERISTICHE AGRONOMICHE DELLA PATATA CINESE

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Nebafor, AW

Municipal and Community Development Forum (MUCODEF), P O Box 112 Buea Fako Division South West Region, Cameroon;

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Camerun

ANNO/I PROVA**OBIETTIVI**

La patata cinese (*Xanthosoma spp.*) è una coltura che riveste una notevole importanza alimentare per il Camerun ed ogni parte della pianta è utilizzata per la preparazione di cibi. La specie ben si adatta a diverse tipologie di suolo. Obiettivo del presente lavoro è valutare l'effetto dell'apporto al suolo di biochar prodotto dalla pula di palma da olio sulle caratteristiche agronomiche di questa coltura.

METODI

La prova ha avuto luogo durante la stagione agricola della regione sud-ovest del Camerun. E' stata utilizzata un'unica dose di biochar (0,5 kg/pianta alla semina). Le valutazioni hanno riguardato il numero delle foglie funzionali, la dimensione del tubero, il vigore delle piante, la dimensione delle foglie basali.

RISULTATI

Con il biochar le foglie funzionali erano più numerose rispetto al controllo (4-6 contro 2-3). Il tubero aveva dimensione maggiore (1-2 kg rispetto a 0,5-1 del controllo). Le piante cresciute con l'apporto di biochar erano più vigorose ed hanno ben resistito alla stagione asciutta, al contrario delle piante del controllo. Anche le foglie basali sono risultate molto più ampie in presenza di biochar.

CONCLUSIONI

Il biochar ha influenzato positivamente le caratteristiche agronomiche della coltura della patata cinese, aumentando sensibilmente le produzioni di tutte le parti vegetative commestibili.

TITOLO

INFLUENZA DEL BIOCHAR DA PULA DI RISO SULL'EFFICIENZA DELL'USO DELL'AZOTO DA PARTE DI FRUMENTO COLTIVATO SU SUOLI MEDITERRANEI

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Saleh, ME^a, Mahmoud, AH^b; Rateb, KhA^b

^aDepartment of Soil and Water Science, Faculty of Agriculture, Alexandria University 21545 El-Shatbi, Alexandria;

^bSaline and Sodic Soils Res. Lab, Institute of Soil, Water and Environment Res., Agricultural Research Center, Bakous, Alexandria, Egypt;

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Egitto

ANNO/I PROVA

OBIETTIVI

I suoli egiziani sono classificati come suoli asciutti, ad alto indice di aridità, con sostanza organica in esaurimento e alto tasso di salinità. Sebbene in Egitto annualmente vengano prodotti 30-35 milioni di Mg di scarti agricoli, solo il 20% viene utilizzato per produrre fertilizzanti organici e mangimi. Il biochar è considerato una valida opzione per la gestione di questi rifiuti, che potrebbero essere riciclati in qualità di ammendanti del suolo. Il biochar prodotto da pula di riso è considerato un valido tentativo per controllare la perdita di azoto nel suolo e, conseguentemente, per renderlo maggiormente disponibile per le colture; inoltre potrebbe avere effetti positivi per la soluzione dei problemi legati alla salinità del suolo.

METODI

Il biochar da pula di riso è stato prodotto da pirolisi lenta (slow pyrolysis). Le prove sono state condotte in serra utilizzando dosi di biochar pari a 30 Mg/ha in suoli alluvionali coltivati a frumento (cultivar locale Sakha 104). La pula di riso è stata utilizzata nel suolo anche tal quale.

Principali caratteristiche della pula di riso, del biochar e del suolo utilizzati nella prova

| Matrice | C org. % | N tot. % | P tot. % | K tot. % | Fe tot. mg/kg | Mn tot. mg/kg | Zn tot. mg/kg | Cu tot. mg/kg |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| pula riso | 27,9 | 1,19 | 0,40 | 0,62 | 233,4 | 78,6 | 41,6 | 16,0 |
| biochar | 36,6 | 0,52 | 0,54 | 0,88 | 248,2 | 90,6 | 50,0 | 17,6 |
| | ECE dS/m | pH | C org. % | N min. mg/kg | Fe DTPA mg/kg | Mn DTPA mg/kg | Zn DTPA mg/kg | Cu DTPA mg/kg |
| suolo | 6,23 | 7,81 | 2,9 | 104,6 | 3,17 | 2,93 | 2,58 | 0,14 |

Alla semina sono stati distribuiti 20 kg/ha di azoto N (ammonio solfato), 30 kg/ha di fosforo P (super fosfato) e 100 kg/ha di potassio K (solfato di potassio). Altri 20 kg/ha di azoto sono stati distribuiti 45 e 65 giorni dopo l'emergenza. L'irrigazione è stata effettuata utilizzando acqua pura per i primi 40 giorni di coltivazione, poi acqua salina a due differenti livelli di concentrazione di sali (S1 con salinità equivalente di cloruro di sodio pari a 5 dS/m, S2 con salinità equivalente a 10 dS/m). Alla raccolta è stata determinata la produzione di biomassa e di granella, l'altezza delle piante ed il numero delle spighe. Inoltre sulla paglia e sulla granella è stato determinato il

contenuto di azoto, sodio e potassio. Per i primi 20 cm di suolo è stato determinato il contenuto di azoto minerale residuo (estrazione in KCl).

RISULTATI

I risultati evidenziano che sia la pula di riso che il rispettivo biochar hanno influenzato la produzione di paglia e granella in tutti i trattamenti salini. In condizioni di assenza di salinità pula di riso e biochar hanno incrementato le produzioni di granella e paglia; la pula di riso ha incrementato le due produzioni anche in presenza dei due differenti livelli di salinità, mentre il biochar ha prodotto aumento della produzione di granella solo al primo livello di concentrazione di sali. L'applicazione del biochar ha incrementato l'altezza delle piante e ridotto il numero di spighe in tutti i trattamenti salini a confronto con la pula di riso. Anche il contenuto di sodio nella paglia è risultato maggiore con la presenza del biochar rispetto al controllo ed all'uso della sola pula di riso. L'ammendamento con pula di riso e biochar ha incrementato l'adsorbimento del sodio da parte delle piante. Il biochar ha incrementato l'adsorbimento di potassio solo in condizioni di non salinità. Per quanto riguarda l'adsorbimento dell'azoto, l'ammendamento con pula di riso e con biochar non ha prodotto risultati significativi. Rispetto al contenuto di azoto minerale presente nei primi 20 cm di suolo a fine coltura, la presenza del biochar ha garantito maggior concentrazione di nitrato e ammonio; il trattamento con la pula di riso ha invece fornito il dato più basso.

Principali risultati della prova sperimentale

| trattamento | Resa Granella T/ha | Resa Paglia t/ha | Altezza Piante cm | Na Paglia % | Na Granella % | K Paglia % | K Granella % | N Paglia % | N Granella % |
|--------------|--------------------|------------------|-------------------|-------------|---------------|------------|--------------|------------|--------------|
| S0 | 2,99 | 8,45 | 82,67 | 0,21 | 0,07 | 1,93 | 0,45 | 1,17 | 1,14 |
| S0 + pula | 4,79 | 11,27 | 84,67 | 0,27 | 0,12 | 2,43 | 0,48 | 1,38 | 1,24 |
| S0 + Biochar | 3,30 | 8,66 | 85,67 | 0,33 | 0,07 | 2,60 | 0,45 | 1,40 | 1,16 |
| S1 | 3,67 | 8,65 | 74,33 | 0,56 | 0,13 | 2,67 | 0,47 | 1,42 | 1,14 |
| S1 + pula | 4,79 | 10,13 | 80,00 | 0,62 | 0,10 | 2,77 | 0,46 | 1,49 | 1,26 |
| S1 + biochar | 4,30 | 8,36 | 81,33 | 1,06 | 0,11 | 2,27 | 0,44 | 1,28 | 1,13 |
| S2 | 3,83 | 8,66 | 78,00 | 1,30 | 0,12 | 1,80 | 0,46 | 1,16 | 1,23 |
| S2 + pula | 4,36 | 8,99 | 78,67 | 1,33 | 0,16 | 2,43 | 0,53 | 1,44 | 1,37 |
| S2 + biochar | 3,72 | 8,25 | 81,00 | 1,34 | 0,14 | 1,90 | 0,45 | 1,19 | 1,20 |

CONCLUSIONI

E' necessario un approfondimento sul ruolo che il biochar ha nella conservazione dell'azoto nel suolo e una verifica dell'uso di differenti biochar in condizioni di salinità.

TITOLO

EFFETTI DEL BIOCHAR SULLE PROPRIETA' FISICHE DEL SUOLO RELAZIONATE ALLA RITENZIONE IDRICA IN BRASILE

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Silva, MAS^a; Madari, B E^a; Carmo, H F^b; Petter, FAb; Silva, OM^d; Machado, DM^d; Carvalho, MTM^a; Freitas, FC^b; Otoni, RF^c

^aEmbrapa Rice and Beans, S. Antônio de Goiás, GO, Brazil;

^bUniversidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brazil;

^cFaculdade Unianhanguera, Goiânia, GO, Brazil;

^d Universidade Estadual de Mato Grosso, Nova Xavantina, MT, Brazil.

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Brasile

ANNO/I PROVA

2006-2010

OBIETTIVI

L'apporto di biochar nel suolo è stato proposto per i positivi effetti sulla mitigazione dei cambiamenti climatici e per il miglioramento della fertilità del suolo aumentando la sostanza organica e la disponibilità di elementi nutritivi. Obiettivo del presente studio è la valutazione dell'effetto sulla ritenzione idrica del suolo dell'apporto di differenti dosi di biochar con concimi minerali.

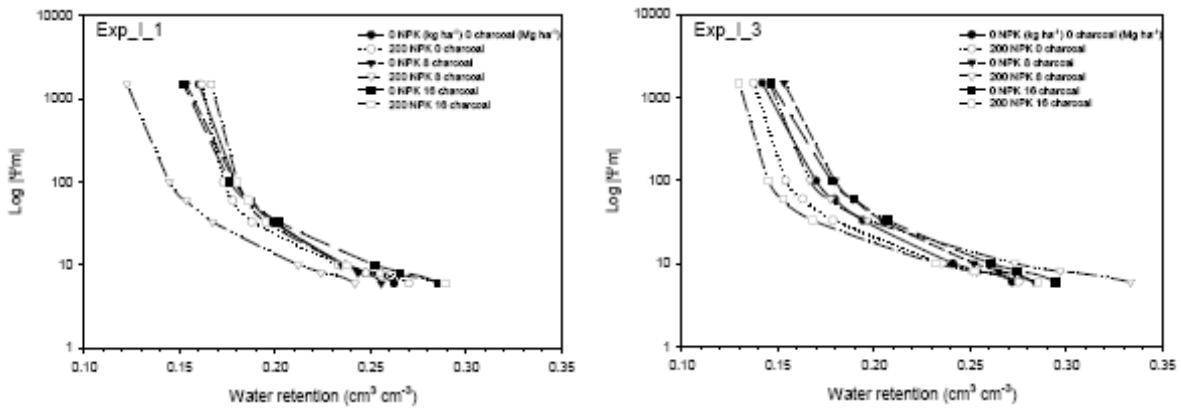
METODI

Tre sperimentazioni sono state condotte nella savana brasiliana su tre differenti tipi di suolo: sandy Haplic Ferrasol coltivato a soia (EXP I), sandy Distric Cambisol coltivato a riso (EXP II), clay Rhodic Ferrasol coltivato a riso (EXP III). Sei le dosi di biochar utilizzate: 0, 2, 4, 8, 16 a 32 Mg/ha, in combinazione con 5 dosi di concime minerale complesso (0, 100, 200, 300, 400 kg/ha). Il biochar è stato incorporato nel suolo nel 2006 (EXP I), nel 2008 (EXP II) e nel 2009 (EXP III). I rilievi sono stati effettuati su campioni di suolo indisturbati prelevati ad una profondità di 0-10 cm dopo un anno dal trattamento (per EXP I anche a distanza di 3 anni dalla distribuzione di biochar). La curva di ritenzione idrica è stata determinata secondo i parametri di Van Genuchten con un software.

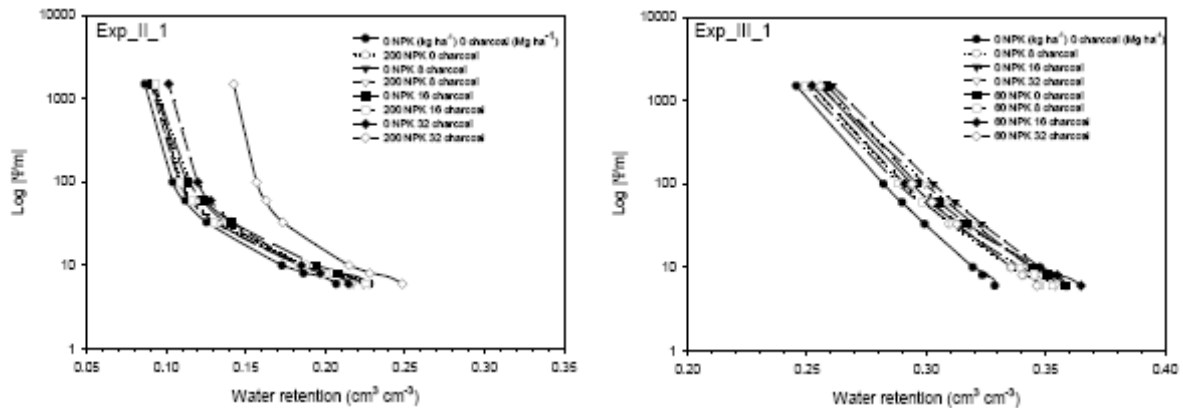
RISULTATI

Generalmente nei suoli sabbiosi (EXP I e II) il biochar ha incrementato la ritenzione idrica; tuttavia al primo anno, in EXP I, il biochar in combinazione con i concimi ha diminuito la ritenzione idrica del suolo. Il più alto valore di ritenzione idrica in EXP II si è ottenuto con la dose di 32 Mg/ha di biochar in combinazione con 200 kg/ha di concime. Solo in EXP I il biochar ha incrementato notevolmente la microporosità, dovuto all'alto valore di sabbia che presentava altissima macroporosità. Tuttavia la sperimentazione non ha portato risultati significativi in relazione alla quantità di acqua gravitazionale e disponibile, alla porosità totale, alla densità del suolo. Si ritiene che tali influenze possano essere osservate a distanza di più anni dalla distribuzione del biochar.

Ritenzione idrica nei diversi trattamenti in EXP I al 1° e 3° anno



Ritenzione idrica nei diversi trattamenti in EXP II e EXP III al 1° anno



CONCLUSIONI

Il biochar influenza la ritenzione idrica dei suoli ed è possibile che nel tempo porti a modificare i rapporti fra acqua e suolo.

TITOLO

IL BIOCHAR PER LA GESTIONE DEL SUOLO: EFFETTO SULLA DISPONIBILITA' DELL'AZOTO E SULL'ACCUMULO DELL'ACQUA

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Yeboah, E^a; Antwi, BO^a; Ekem, SO^b; Tetteh, FM^a; Bonsu, OK^b

^aSoil Research Institute, Council for Scientific and Industrial Research, Academy Post Office, Kwadaso, Kumasi, Ghana.

^bCrops Research Institute, Council for Scientific and Industrial Research P.O. Box 3785, Kumasi, Ghana.

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Ghana

ANNO/I PROVA

OBIETTIVI

Le gestioni del suolo per aumentare la disponibilità idrica e di nutrienti è fondamentale per ottenere una crescita delle produzioni agricole. Obiettivo del presente lavoro è verificare l'influenza dell'uso del biochar nel suolo in relazione alla dinamica dell'acqua ed al rilascio dei nutrienti.

METODI

Prova in campo con 10 tesi sperimentali in blocchi randomizzati a tre repliche su coltivazione di una malvacea (okra = *Hibiscus esculentus*): un controllo, 5 trattamenti di concimazione minerale (P30:K60 - N60:P30:K60 - N120:P30:K60 - N180:P30:K60 - N240:P30:K60), 4 trattamenti di biochar + concimi minerali (2 t/ha Biochar + N60:P30:K60 - 4 t/ha Biochar + N60:P30:K60, 6 t/ha Biochar + N60:P30:K60 - 8 t/ha Biochar + N60:P30:K60). L'azoto nitrico e ammoniacale nel suolo è stato determinato con metodo colorimetrico.

RISULTATI

Il biochar ha aumentato la ritenzione idrica rispetto alla sola fertilizzazione minerale. Il biochar in associazione alla concimazione minerale ha incrementato dell'85% la disponibilità di azoto nitrico nei primi 15 cm di suolo ma ha diminuito quella dell'azoto ammoniacale del 71% (a confronto con la sola concimazione minerale). La maggior resa produttiva è stata ottenuta con la concimazione P30:K60 (incremento del 100% rispetto al controllo); il biochar in combinazione con la concimazione minerale ha comunque permesso di ottenere rese produttive superiori al controllo fino al 43% di incremento.

CONCLUSIONI

La combinazione del biochar con concimi minerali permette di ottenere risvolti molto positivi per quanto concerne la disponibilità di acqua ed azoto nel suolo.

TITOLO

AUMENTO DELL'ATTIVITA' BIOCHIMICA DOPO APPORTO DI BIOCHAR IN UN SUOLO ACIDO

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Fornasier, F.^a, Genesio, L.^b, Vaccari, F.P.^b, Baronti, S.^b, Lugato, E.^b, Miglietta, F.^b

^aCRA-RPS Gorizia (IT)

^bCNR-IBIMET – Consiglio Nazionale della Ricerca-Istituto di Biometeorologia – Firenze (IT)

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Toscana (IT)

ANNO/I PROVA

2009-2010

OBIETTIVI

Molti studi hanno evidenziato gli effetti positivi che l'apporto di biochar ha sui parametri fisici e chimici del suolo. Pochi gli studi sulle influenze che detti apporti hanno sulle proprietà biologiche e biochimiche. Scopo del presente lavoro è valutare gli effetti che l'apporto di biochar ha su queste proprietà, fondamentali in relazione alla fertilità del suolo.

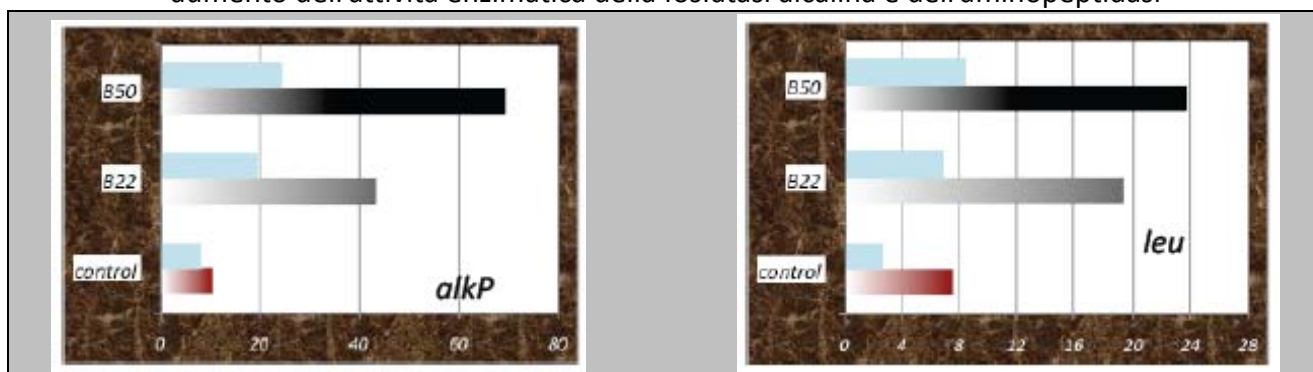
METODI

Nella primavera del 2009 del biochar è stato apportato in due dosi (22 e 50 t/ha) ad un suolo acido di un vigneto toscano (pH_{H2O} 5,8 – pH_{CaCl2} 5,1). Nel settembre 2010 sono stati prelevati campioni di suolo per determinare l'attività enzimatica presente, nello specifico arilsulfatasi, beta-glucosidasi, chitinasi, esterasi, leucina aminopeptidasi, fosfatasi alcalina.

RISULTATI

L'apporto di biochar, oltre ad innalzare il valore di pH del suolo (pH_{CaCl2} > 6,0), ha influenzato positivamente l'attività enzimatica presente, soprattutto quella relativa alle dinamiche del fosforo e dell'azoto, migliorandone i cicli biogeochimici.

aumento dell'attività enzimatica della fosfatasi alcalina e dell'aminopeptidasi



B50: 50 t/ha biochar – B 22: 22 t/ha biochar – le bande azzurre evidenziano la deviazione standard

CONCLUSIONI

Lo studio ha evidenziato che l'aggiunta di biochar in un suolo acido, oltre ad innalzare il pH, incrementa l'attività enzimatica migliorando il ciclo bio-geochimico dei nutrienti, in particolare di azoto e fosforo.

TITOLO

FATTORI CHE INFLUENZANO LA STABILITA' DEL BIOCHAR E EFFETTO SULLA STABILITA' DELLA SOSTANZA ORGANICA

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Bruun, S^a; El-Zahery, T^b; Clauson-Kaas, S^a

^aDepartment of Agriculture and Ecology, University of Copenhagen, Thorvaldsensvej 40, DK-1871 Frederiksberg C, Denmark;

^bSoils Department, Faculty of Agriculture Mansoura University, El Mansoura, Egypt

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Danimarca - Egitto

ANNO/I PROVA

OBIETTIVI

La stabilità del biochar è un aspetto molto importante sia in termini di mitigazione dei cambiamenti climatici sia per la sua capacità di incrementare la fertilità del suolo. Tuttavia molti aspetti inerenti la degradazione del biochar sono inadeguatamente studiati; ad esempio la temperatura di produzione del biochar è spesso più bassa di quella presente nella produzione commerciale del biochar. Poco si sa di come il biochar interagisce con il suolo minerale e come questo influenza la stabilità. Ricerche in Svezia mostrano che il biochar aumenta la degradazione dei residui vegetali; se il biochar aumenta la degradazione di altri tipi di sostanza organiche, allora la produzione di CO₂ può vanificare il sequestro di carbonio del biochar stesso.

METODI

Molte sperimentazioni di incubazione di biochar sono state condotte utilizzando carbonio marcato (C₁₄). In una prima sperimentazione biochar marcato prodotto ad una temperatura compresa fra 400 e 600°C è stato incubato in differenti tipologie di suolo allo stesso potenziale idrico. In una seconda sperimentazione il biochar è stato investigato in relazione agli effetti sulla stabilità di altri tipi di sostanza organica; un suolo, incubato 40 anni fa con residui di riso a carbonio marcato, è stato incubato con differenti dosi di biochar.

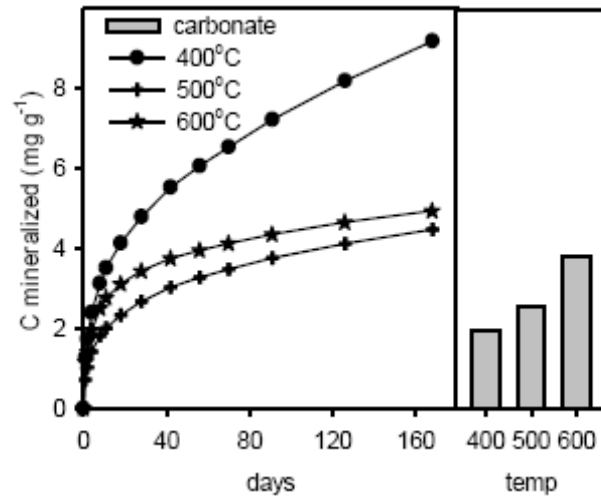
RISULTATI

I risultati del primo esperimento mostrano che all'aumentare della temperatura di produzione da 400 a 500°C, la stabilità del biochar incrementa. A 600°C il biochar contiene maggiori carbonati e pertanto inizialmente si ha una maggiore produzione di CO₂; tuttavia, dopo l'evoluzione dei carbonati, l'emissione di CO₂ è minore per il biochar prodotto a 600°C. La conferma che la CO₂ prodotta inizialmente sia dovuta alla presenza dei carbonati è avallata dal fatto che i suoli acidi rilasciano inizialmente più CO₂ dei suoli meno acidi. A parte il fattore pH, sembrerebbe che i diversi tipi di suolo non abbiano influenzato l'emissione di CO₂.

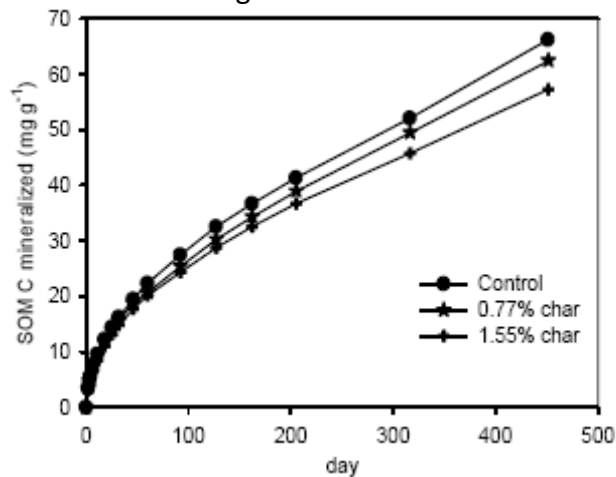
Nella seconda sperimentazione l'aggiunta del biochar ha ridotto la mineralizzazione della sostanza organica e poco influenzato quella dei residui. Le cause potrebbero essere molteplici. Il biochar potrebbe modificare la disponibilità di acqua nel suolo per assorbimento. I microrganismi del suolo immobilizzano azoto per degradare il biochar, sottraendo azoto per la mineralizzazione della sostanza organica. L'aggiunta di biochar incrementa il pH del suolo, ma questo aspetto di solito incrementa la mineralizzazione della sostanza organica. Si ritiene pertanto che l'effetto sull'acqua sia il fattore primario. Tuttavia in condizioni di campo l'effetto sull'acqua può essere diverso da

quello ottenuto in laboratorio a condizioni stabili di potenziale idrico e pertanto non è possibile affermare con certezza che il biochar riduca la mineralizzazione della sostanza organica presente nel suolo.

Mineralizzazione del carbonio in biochar prodotto a differenti temperature
(in istogramma il C mineralizzato proveniente da carbonati)



Mineralizzazione della sostanza organica del suolo con e senza apporto di biochar



CONCLUSIONI

Le temperature di produzione del biochar influenzano la stabilità del biochar stesso. Il biochar non sembra incrementare la mineralizzazione della sostanza organica.

TITOLO

PROPRIETA' DEL BIOCHAR E COMPORTAMENTO AMBIENTALE

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Lehmann, J^a; Enders, A^a; Rajkovich, S^a; Hanley, K^a; Hyland, C^a; McLaughlin, H^b; Joseph, S^c

^aDepartment of Crop and Soil Science, Cornell University, Bradfield Hall, Ithaca NY, 14853, USA;

^bAlterra Biocarbon, British Columbia, Canada;

^cUniversity of New South Wales, Sydney, Australia

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

USA, Canada, Australia

ANNO/I PROVA

OBIETTIVI

Le proprietà del biochar cambiano al variare del tipo di biomassa utilizzata e dalle condizioni del processo di combustione. Meno chiaro è l'effetto che queste differenze portano a livello di comportamento ambientale del biochar, quale ad esempio la persistenza nel suolo, la ritenzione di elementi nutritivi, la ritenzione idrica, l'emissione di ossidi di azoto. Scopo del presente studio è valutare questi aspetti.

METODI

In una serie di esperimenti sono state testate entrambe le variabili in gioco (condizioni di processo pirolitico, biomassa) in relazione agli effetti sulle piante, incluso crescita vegetale e nutrizione. Il biochar è stato caratterizzato attraverso la tecnica della spettroscopia.

RISULTATI

Passando da condizioni di temperatura da 300 a 600°C si verificano sostanziali cambiamenti nel biochar prodotto: la stabilità aumenta con le alte temperature, soprattutto per biochar molto poco stabili a condizioni di bassa temperatura (esempio: biochar da residui di coltivazione del mais e biochar da legno di quercia). Biochar prodotto a 300°C da biomassa ricca in azoto (es. pollina) ha provocato nel suolo maggiori emissioni di N₂O rispetto a suolo non trattato; aumentando le temperature di pirolisi fino a 600°C la disponibilità di azoto nel biochar decresce e si riducono le emissioni di N₂O. Aumentando le temperature di pirolisi si ha una riduzione della lisciviazione dell'azoto nel suolo trattato con biochar. In relazione alla ritenzione idrica, il biochar prodotto a temperature più basse ha maggior capacità di incrementare la capacità per l'acqua del suolo. Biochar ottenuto da pirolisi a 300°C di rifiuti alimentari ha depresso la crescita del mais, effetto che sparisce se il biochar è prodotto dalla stessa biomassa a temperature di pirolisi di 600°C. Gli effetti deprimenti la vegetazione sono stati relazionati all'alto contenuto di sodio e ad applicazioni di dosi elevate (2,7%).

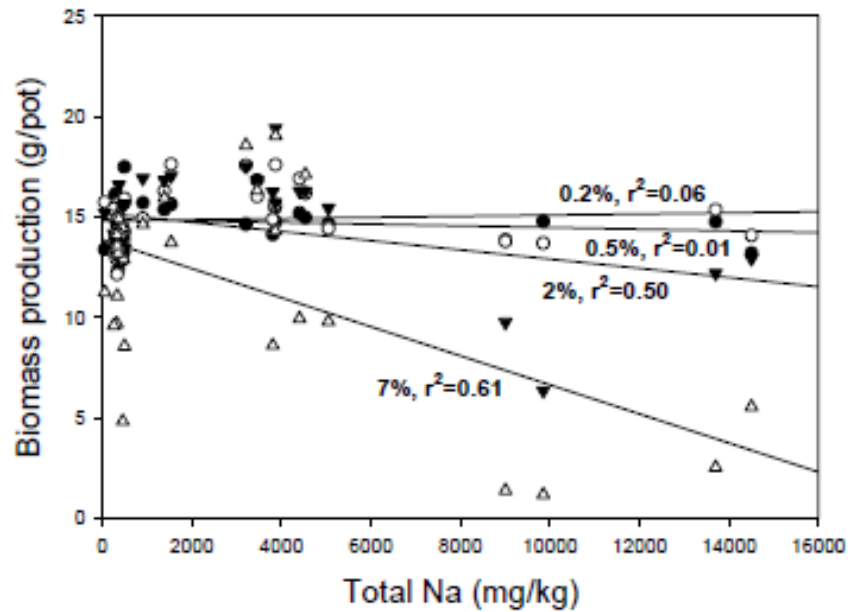


Figure 1. Relationship between total Na and biomass production in a greenhouse experiment after additions of biochars with greatly varying properties to a loamy soil from Upstate New York.

CONCLUSIONI

I risultati di questo studio evidenziano come il comportamento nell'ambiente del biochar si modifica in relazione alle condizioni di processo, anche utilizzando la stessa biomassa.

TITOLO

CARATTERIZZAZIONE DEL BIOCHAR IN FUNZIONE DELLA STIMA DI LONGEVITA' DEL CARBONIO

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Calvelo Pereira, Ra,^b; Camps-Arbestain, M^b; Pardo Lorenzo, R^a; Kaal, J^c; Aitkenhead, W^b; Macías, F^a; Hedley, M^b; Maciá-Agulló, JA^d

^aDept. Edafología y Química Agrícola, Facultad de Biología, Universidad de Santiago de Compostela, 15782-Santiago, Spain;

^bInstitute of Natural Resources, Private Bag 11222, Massey University, Palmerston North 4442, New Zealand;

^cLaboratorio de Arqueología del Paisaje, Universidad de Santiago de Compostela, Campus Sur, Monte da Condesa, 15782 Santiago de Compostela, Spain;

^dInstituto Nacional del Carbón (CSIC), P. O. Box 73, 33080-Oviedo, Spain

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Spagna

ANNO/I PROVA

OBIETTIVI

La stabilità del biochar nel suolo influisce sulla sua funzione di mitigare i gas serra e di migliorare la fertilità del suolo. Può essere sufficiente stabilire quale è la frazione labile presente nel biochar in determinate condizioni biochimiche del suolo. Scopo del presente lavoro è stimare questa frazione labile in differenti tipologie di biochar prodotti da tre residui vegetali (pino-PI, pioppo-PO, salice-WI) in due condizioni di pirolisi (400 e 550°C).

METODI

Dapprima è stata determinata la composizione elementare del biochar (C, H, N, S, volatili, C fissato, ceneri, pH, area superficiale); anche la frazione di carbonio ossidabile chimicamente (con potassio dicromato e con permanganato) è stata analizzata. I biochar sono stati miscelati con due suoli acidi di differenti proprietà chimiche (Umbrisolo e Podzol) e con sabbia; due le dosi utilizzate: 7,5 e 15 t/ha. I campioni così preparati sono stati incubati in condizioni biotiche ed abiotiche per determinare le proprietà di degradabilità a breve termine. La respirazione dei campioni è stata determinata con respirometro.

RISULTATI

Tutti i biochar presentavano pH neutro-alcalino, ad eccezione del biochar da pino (sub-acido). I biochar prodotti ad alta temperatura presentavano un minor contenuto di frazione volatile ed una più ampia area superficiale rispetto a quelli ottenuti a temperatura inferiore partendo dalle stesse biomasse. Sono state rilevate inoltre presenze nei biochar prodotti ad alta temperatura di composti aromatici (benzene e toluene).

Principali caratteristiche fisico-chimiche dei biochar analizzati

| biochar | biomassa | | Biochar | | | | | | | | | | | |
|---------|----------|-----|---------|------------------|------|-----|-----|------|----------|-----|-----|------------------------------------|---------|----------|
| | C % | N % | pH | massa prodotta % | C % | N % | H % | O % | ceneri % | H:C | O:C | S _{bet} m ² /g | C dichr | C perman |
| PI400 | 48,7 | 0,2 | 5,7 | 34,9 | 76,7 | 0,6 | 4,6 | 15,6 | 2,6 | 0,7 | 0,2 | 1 | 24,5 | 4,1 |
| PO400 | 47,9 | 0,5 | 7,2 | 29,7 | 75,5 | 1,0 | 4,2 | 15,2 | 4,0 | 0,7 | 0,2 | 3 | 29,4 | 3,9 |
| WI400 | 47,6 | 0,9 | 7,5 | 37,8 | 66,2 | 1,5 | 3,5 | 9,8 | 5,7 | 0,6 | 0,3 | 3 | 50,7 | 4,6 |
| PI550 | 48,7 | 0,2 | 5,2 | 28,4 | 84,7 | 0,6 | 3,5 | 8,1 | 3,1 | 0,5 | 0,1 | 368 | 11,6 | 0,9 |
| PO550 | 47,9 | 0,5 | 8,8 | 26,9 | 75,8 | 1,1 | 3,6 | 8,9 | 6,5 | 0,6 | 0,1 | 55 | 21,1 | 1,8 |
| WI550 | 47,6 | 0,9 | 8,6 | 28,8 | 79,1 | 1,7 | 3,5 | 10,6 | 5,2 | 0,5 | 0,1 | 149 | 21,9 | 0,5 |

La frazione di carbonio ossidabile chimicamente è risultata più bassa con il metodo del permanganato che non con quello del dicromato. I biochar prodotti a temperatura più alta presentavano una minor frazione di carbonio ossidabile chimicamente (minor frazione labile). In relazione alla respirazione dei suoli ammendati con i biochar, in genere si è evidenziato che la produzione di CO₂ è stata inferiore con i biochar prodotti ad alta temperatura; per questo parametro solo nel biochar prodotto da pino non si hanno differenze in relazione alla temperatura del processo di pirolisi. E' possibile collegare questo risultato all'acidità di questo tipo di biochar e alla possibile presenza di sostanze tossiche per la microflora del suolo (l'analisi di questo biochar ha rilevato la presenza di retene). E' stata trovata una buona correlazione tra il carbonio ossidato con dicromato ed il carbonio volatile; anche tra la CO₂ cumulativa sviluppata dal suolo e il carbonio ossidabile con dicromato si è trovata una buona correlazione. Solo per il biochar da pino ottenuto a 400°C non è stato possibile trovare correlazioni significative.

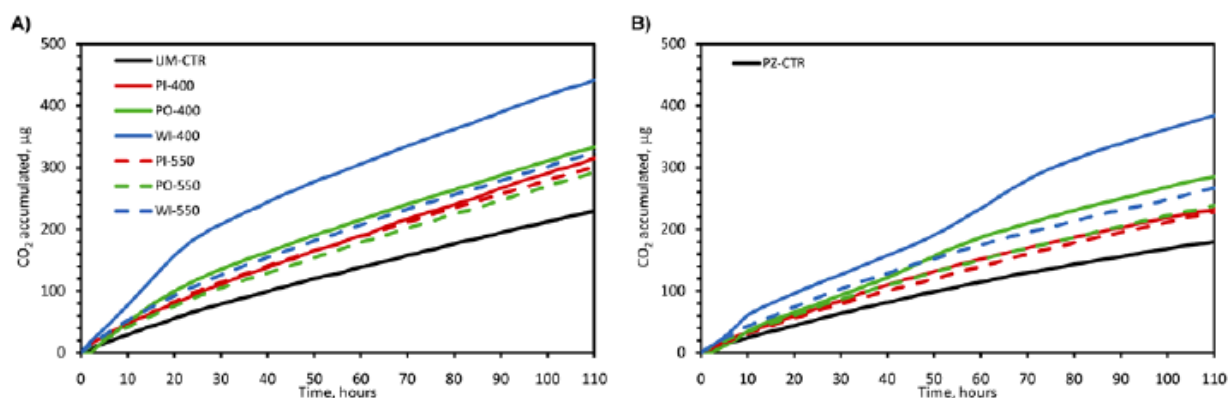


Figure 2. Cumulative CO₂ evolution from A) Umbrisol and B) Podzol mixtures with the different biochars: (dose: 15 t ha⁻¹).

CONCLUSIONI

La biomassa utilizzata e le condizioni di processo di pirolisi influenzano la quota di carbonio labile presente nel biochar prodotto. I metodi utilizzati per stimare la frazione labile del carbonio ben si correlano fra di loro e con l'evoluzione della CO₂ nei suoli ammendati con biochar. I suddetti metodi non hanno funzionato con il biochar prodotto da pino a 400°C.

TITOLO

TECNICHE INNOVATIVE DI RISONANZA MAGNETICA NUCLEARE PER LA VALUTAZIONE DELLE PROPRIETA' CHIMICO-FISICHE DEL BIOCHAR

AUTORI – ENTI APPARTENENZA

Conte, P., Alonzo, G.

Dipartimento di Ingegneria e Tecnologie Agro-Forestali, Università degli studi di Palermo (IT)

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Sicilia (IT)

ANNO/I PROVA

2010

OBIETTI

La caratterizzazione del biochar è di fondamentale importanza per comprenderne la struttura ed indirizzarne il possibile uso. Per comprendere a livello molecolare il ruolo svolto dal biochar nei suoli occorre individuare la natura delle interazioni fra biochar e componenti suolo e valutare la dinamica di queste componenti influenzata dalla presenza del biochar. Obiettivo del presente lavoro è quello di sondare nuove tecniche a risonanza magnetica nucleare per raggiungere questo livello di caratterizzazione.

METODI

Su diverse tipologie di biochar è stata utilizzata la tecnica della rilassometria NMR a ciclo di campo (fast filed cycling NMR relaxometry) per valutare porosità e dinamica dell'acqua nel biochar.

RISULTATI

La tecnica ha fornito risultati interpretabili, evidenziando la possibilità di valutare porosità e dinamica dell'acqua nel biochar. E' stato riscontrato che dette proprietà variano quando il biochar proviene da diverse biomasse e/o da diversi trattamenti termici.

CONCLUSIONI

La rilassometria NMR a ciclo di campo è risultata una tecnica promettente per la valutazione dei rapporti biochar-suolo, fondamentali per comprendere il ruolo svolto da questo materiale sulla fertilità dei suoli

TITOLO

INFLUENZA DEL BIOCHAR E DELLA GESTIONE DELL'AZOTO SULLE EMISSIONI DI OSSIDO DI AZOTO IN RISICOLTURA

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Carvalho, MTM^a; Madari, BE^a; Petter, FA^b; Machado, DM^c; Silva, OM^c; Carneiro, MAC^b; Leal, WGO^a; Souza, DM^a; Sampaio, G^b; Otoni, RF^d; Freitas, FC^d; Costa, AR^b

^aEmbrapa Rice and Beans, St. Antonio de Goias, GO, Brazil;

^bFederal University of Goias, Goiania, GO, Brazil;

^cState University of Mato Grosso, Nova Xavantina, MT, Brazil;

^dAnhanguera University, Goiania, GO, Brazil.

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Brasile

ANNO/I PROVA

2008-2010

OBIETTIVI

Verificare se il biochar aumenta la capacità delle colture di utilizzare azoto, fosforo e potassio distribuiti con fertilizzanti, incrementa la crescita delle piante e la resa produttiva, contribuisce alla riduzione di emissione di ossidi d'azoto.

METODI

La resa delle colture di riso ammonta nella savana brasiliana a circa 1,8 Mg/ha; questa bassa produzione è legata maggiormente all'elevata variabilità climatica.

Le prove sono state condotte in due differenti aree.

Nella prima (2008-2009) si è operato su un terreno sabbioso (Haplic Cambisol), sperimentando 2 differenti dosi di apporto di azoto (0 e 110 kg/ha) e 4 di biochar (0, 8, 16, 32 Mg/ha). Il biochar utilizzato è stato prodotto nel Cerrado (savana brasiliana), con una concentrazione di carbonio totale del 49,6% e di azoto dello 0,66%.

Nella seconda area (2009-2010), con suolo argilloso (Haplic Ferralsol), sono state utilizzate 4 dosi di azoto (0, 30, 60, 90 kg/ha) in combinazione con 4 di biochar (0, 8, 16, 32 Mg/ha); il biochar utilizzato in questa area, prodotto da Eucalyptus spp., presentava dotazione di carbonio totale del 75,9% e di azoto del 0,78%.

Il biochar è stato incorporato nei primi 15 cm di suolo prima della semina del riso (*Oryza sativa* varietà "Primavera"). L'azoto, da urea, è stato somministrato alla semina (50% della dose annua prevista) e dopo 35-45 giorni (50%).

L'emissione di N₂O è stata monitorata per tutto il ciclo colturale in ogni parcella a diverso trattamento utilizzando camere statiche.

RISULTATI

In entrambe le aree sperimentali le maggiori emissioni di ossido di azoto si sono verificate circa al secondo giorno dopo la semina nelle parcelle con le dosi massime di azoto e biochar (13.459 µg/m²/gg nel suolo sabbioso e 616 µg/m²/gg in quello argilloso). Complessivamente nel corso del ciclo colturale l'emissione di N₂O è stata di 1,2 kg/ha nel suolo sabbioso a massima dose azoto/biochar e di 0,134 kg/ha in quello argilloso, sempre alle dosi massime di azoto e biochar. Tralasciando le parcelle a zero apporto di azoto e biochar, i flussi minori si sono ottenuti nel suolo

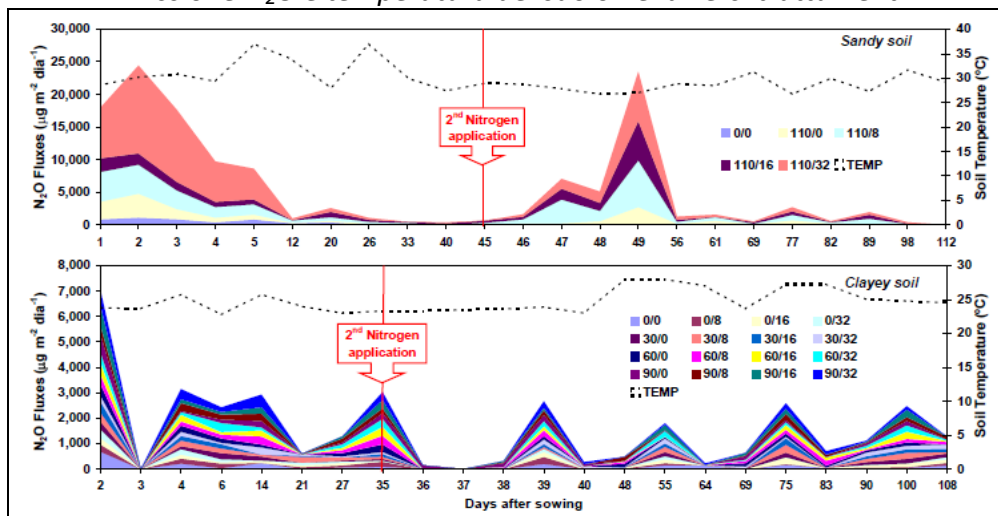
sabbioso con dose azoto/biochar 110/32 (0,657 kg/ha di N₂O), mentre nel suolo argilloso per le dosi azoto/biochar 30/16 (0,081 kg/ha N₂O); tuttavia nel suolo argilloso i differenti trattamenti non hanno dati di emissione statisticamente differenti.

La produzione media è stata di 2,6 Mg/ha su suolo argilloso e di 0,76 Mg/ha su suolo sabbioso.

La maggiore efficienza agronomica su suolo argilloso è stata prodotta dal trattamento azoto/biochar 30/32, la peggiore dal trattamento 90/0.

Su suolo sabbioso i risultati hanno evidenziato come il biochar abbia avuto maggior influenza sulla produzione rispetto alla concimazione azotata, probabilmente per il maggior effetto in relazione agli stress idrici.

Emissione N₂O e temperatura del suolo nei diversi trattamenti



biochar su suolo sabbioso



biochar nel suolo argilloso



CONCLUSIONI

La prova ha evidenziato i positivi effetti del biochar sulla produzione di riso e sull'efficienza agronomica, ma su suolo sabbioso ha provocato maggiori emissioni di N₂O.

I risultati confermano come l'influenza del biochar da un punto di vista agronomico ed ambientale dipendano assai dalle condizioni pedoclimatiche delle aree di intervento e dalla relazione fra acqua-suolo-pianta.

TITOLO

MITIGAZIONE DEI GAS SERRA CON DIVERSI TIPI DI BIOCHAR

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Kern, J^a; Mumme, J^a; Neubauer, Y^b; Chakrabarti, S^c

^aLeibniz Institute for Agricultural Engineering Potsdam-Bornim e.V., 14469 Potsdam, Max-Eyth-Allee 100, Germany;

^bBerlin Institute of Technology, 10623 Berlin, Fasanenstr. 89, Germany;

^cHumboldt University of Berlin, Institute of Biology, 12437 Berlin, Späthstr. 80/81

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Germania

ANNO/I PROVA

OBIETTIVI

Verificare l'efficienza di riduzione di emissione di N₂O e di CO₂ di diversi tipi di biochar.

METODI

Tre differenti suoli e tre tipi di biochar sono stati utilizzati. I suoli non trattati erano: sabbioso (C=1,3%), suolo da Terra Preta (C=4,4%), torba (C=13,2%). Il biochar è stato ottenuto, utilizzando biomassa legnosa (legno di pioppo e di pino), con 3 differenti tipi di processo: carbonizzazione idrotermica (C=56,9%), pirolisi (C=79,9%), gassificazione (C=75,4%). Il biochar è stato mescolato con sabbia povera in carbonio per simulare una situazione reale di distribuzione in campo. Le emissioni di CO₂ e N₂O sono state effettuate su substrato inumidito, incubato in contenitori da 125 ml per 72 ore.

RISULTATI

Il contenuto di carbonio nel suolo ha influito sul tasso di emissione di CO₂: 0,6 mg C-CO₂/kgh per la sabbia e 17,5 mg C-CO₂/kgh per la torba. Il biochar ha emesso quote di C-CO₂ comprese fra 1 e 8,3 mg/kgh, con un dato non relazionato al contenuto di carbonio. Le emissioni della miscela sabbia-biochar sono state superiori rispetto alla sola sabbia; questo significa che inizialmente il biochar provoca un aumento delle emissioni di CO₂. Al contrario non sono stati rilevati aumenti delle emissioni di N₂O. Essendo questo ultimo un gas serra molto più pericoloso della CO₂, è possibile supporre un effetto positivo di mitigazione da parte del biochar. Sul tema di possibili effetti ecotossicologici da parte del biochar, è stato eseguito un biosaggio con il nematode *Caenorhabditis elegans*: i risultati non hanno evidenziato effetti tossici da parte del biochar sulla riproduzione del nematode.

CONCLUSIONI

Visto l'effetto positivo sulla riduzione delle emissioni di N₂O, è possibile considerare il biochar un fattore importante per il contenimento delle emissioni di gas serra dal suolo.

TITOLO

INFLUENZA DEL BIOCHAR SULLE EMISSIONI DEL SUOLO DI N₂O E CO₂

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Van Zwieten, L^a; Kimber, S^a; Morris, S^a; Downie, A^b; Berger, E^a; Rust, J^a

^aNSW Industry and Investment, 1234 Bruxner Highway, Wollongbar NSW 2477 Australia;

^bPacific Pyrolysis, Somersby NSW 2250 Australia

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Australia

ANNO/I PROVA

2009-2010

OBIETTIVI

L'ossido di azoto (N₂O) è un potente gas serra con una pericolosità rispetto al riscaldamento del pianeta che è circa 300 volte maggiore rispetto alla massa equivalente di CO₂. Nel 2004 le sorgenti di emissione di N₂O hanno contribuito all'8% del totale delle emissioni globali, con l'agricoltura responsabile di questo totale per il 42%. L'emissione di N₂O dal suolo dipende da meccanismi biologici e spesso il processo di denitrificazione è il primo imputato. Tuttavia diversi i fattori che possono incrementare queste emissioni: dose e forma di concimazioni in azoto, tipo di coltura presente, contenuto di carbonio organico, pH, potenziale redox, contenuto in acqua. L'azoto giunge al suolo come fertilizzante, attraverso la fissazione dell'azoto atmosferico, con l'apporto di materiale organico. In Australia, il 21% dell'azoto apportato con concimi ad una coltura di barbabietola da zucchero è stato trasformato in N₂O. Il presente lavoro vuole verificare se è vero che il biochar può ridurre queste emissioni.

METODI

Del suolo rosso acido (ferrosol) è stato ammendato a diverse dosi (1 e 5% in peso) con differenti tipologie di biochar ottenuto da pirolisi lenta: rifiuti verdi (GW), pollina (PL), rifiuti da cartiera (PS), residuo solido organico (BS). I rifiuti verdi sono stati utilizzati anche non pirolizzati (tal quale).

RISULTATI

Dopo un periodo di stabilizzazione delle emissioni, a tutte le parcelle è stata aggiunta urea (165 kg N/ha); alla capacità idrica di campo non si sono notati cambiamenti in termini di emissione. Dopo un allagamento, le emissioni sono state alquanto significative, con il testimone che ha raggiunto i valori più elevati. Nella tabella successiva si riportano i dati di perdita di azoto come N₂O durante l'incubazione di 134 giorni. Tutti i trattamenti hanno ridotto sensibilmente l'emissione di ossido di azoto rispetto al controllo, con i migliori risultati per il biochar da rifiuto solido biologico.

Anche la sola distribuzione di rifiuti verdi ha ridotto le emissioni per via dell'alto valore C/N che ha ridotto la disponibilità di azoto per i microrganismi, che per contro hanno incrementato la propria attività respiratoria in maniera significativamente differente rispetto agli altri trattamenti; infatti i trattamenti con biomassa non pirolizzata hanno visto l'incremento della produzione di CO₂.

Trattamenti ed evoluzione dell'emissione di N₂O

| trattamento | % dose ammendamento | % perdita N come N ₂ O |
|----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| Controllo | = | 15,2 |
| Biomassa da rifiuti verdi | 1 | 9,0 |
| Biomassa da rifiuti verdi | 5 | 3,9 |
| Biochar da rifiuti verdi (350°C) | 1 | 9,0 |
| Biochar da rifiuti verdi (350°C) | 5 | 8,7 |
| Biochar da rifiuti verdi (550°C) | 1 | 7,5 |
| Biochar da rifiuti verdi (550°C) | 5 | 5,6 |
| Biochar da residuo organico | 1 | 4,8 |
| Biochar da residuo organico | 5 | 2,5 |
| Biochar da rifiuti di cartiera | 1 | 4,5 |
| Biochar da rifiuti di cartiera | 5 | 5,2 |
| Biochar da pollina | 1 | 6,7 |
| Biochar da pollina | 5 | 4,0 |

L'apporto del biochar è andato in alcuni casi a modificare significativamente il valore di pH del suolo.

Trattamenti ed evoluzione del valore di pH

| trattamento | % dose ammendamento | pH |
|----------------------------------|---------------------|-----|
| Controllo | = | 4,2 |
| Biomassa da rifiuti verdi | 1 | 4,3 |
| Biomassa da rifiuti verdi | 5 | 4,3 |
| Biochar da rifiuti verdi (350°C) | 1 | 4,3 |
| Biochar da rifiuti verdi (350°C) | 5 | 4,4 |
| Biochar da rifiuti verdi (550°C) | 1 | 4,2 |
| Biochar da rifiuti verdi (550°C) | 5 | 4,5 |
| Biochar da residuo organico | 1 | 4,9 |
| Biochar da residuo organico | 5 | 6,2 |
| Biochar da rifiuti di cartiera | 1 | 6,1 |
| Biochar da rifiuti di cartiera | 5 | 6,8 |
| Biochar da pollina | 1 | 4,8 |
| Biochar da pollina | 5 | 5,9 |

CONCLUSIONI

L'apporto di biochar, ma anche di materiale organico non pirolizzato, ha ridotto l'emissione di N₂O, ma servono approfondimenti per comprendere i meccanismi che hanno portato a questi risultati.

TITOLO

EFFETTO DELL'USO DEL BIOCHAR NEL SUOLO SULLE EMISSIONI DI N₂O

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Alho, CFBV^a; Cardoso, AS^a; Alves, BJR^b; Novotny, EH^a

^aUniversidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brazil;

^bEmbrapa Agrobiologia, Brazil,

^cEmbrapa Solos, Brazil

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Brasile

ANNO/I PROVA

OBIETTIVI

Si stima che l'80% delle emissioni di N₂O causate dall'uomo provengano dall'agricoltura; detto gas serra è molto pericoloso rispetto alla CO₂. Il presente lavoro vuole valutare l'effetto che il biochar nel suolo può avere sull'emissione di N₂O.

METODI

Per questo lavoro è stato utilizzato un biochar commerciale e urea alla dose di 100 kg/ha di N. Il biochar è stato testato in 4 dosi: 0, 3, 6, 9 t/ha.

RISULTATI

I trattamenti con biochar hanno provocato differenze significative. Il trattamento a 6 e 9 t/ha di biochar ha ridotto le emissioni di N₂O rispettivamente del 29 e del 49% a confronto con il controllo (0 t/ha biochar). Al contrario il trattamento a 3 t/ha ha provocato un incremento delle emissioni (32% in più del controllo).

CONCLUSIONI

L'uso del biochar può contribuire significativamente alla riduzione di emissione di gas serra dal suolo. Alle condizioni di sperimentazione l'effetto si raggiunge partendo da un minimo di dose di applicazione pari a 5 t/ha.

TITOLO

EFFETTO DELL'AMMENDAMENTO CON BIOCHAR SULLA PRODUZIONE DI RISO, SULLA RESPIRAZIONE DEL SUOLO, SULLA MITIGAZIONE DEI GAS SERRA ANCHE IN TERRENI INQUINATI DA METALLI PESANTI

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Afeng, Z; Genxing, P; Lianqing, L; Xuhui, Z; Jinwei, Z; Liqiang, C
Nanjing Agricultural University, 1 Weigang, Nanjing 210095, China

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Cina

ANNO/I PROVA

2009

OBIETTIVI

Scopo del presente lavoro è verificare l'effetto dell'ammendamento con biochar di suoli, inquinati e non da metalli pesanti, rispetto alla mitigazione dei gas serra.

METODI

Il campo sperimentale era localizzato nella provincia di Jiangsu; una parte è stata inquinata con metalli pesanti. Il biochar è stato prodotto da pirolisi di frumento. Le dosi di apporto al suolo erano di 0, 10 e 40 t/ha, con e senza apporto supplementare di azoto. Le proprietà del suolo sono state determinate al termine della raccolta della coltivazione di riso, mentre la respirazione è stata monitorata durante la stagione di crescita.

RISULTATI

Il pH, il carbonio della biomassa microbica e l'azoto totale sono aumentati con l'uso del biochar; al contrario, la densità apparente è diminuita. Questi risultati sono stati ottenuti in entrambi i tipi di suolo (inquinato e non), in assenza dell'azoto supplementare, soprattutto con la dose più alta di biochar. La produzione di riso non è stata significativamente differente fra le tesi con solo biochar rispetto a quelle con apporto di solo azoto, sia in terreno inquinato che non. In merito all'emissione di gas serra i risultati sono stati complicati. Nei suoli non inquinati le emissioni di N₂O non si sono modificate, mentre quelle di metano sono aumentate in presenza di biochar senza azoto. Con la presenza contemporanea di biochar e azoto sono significativamente aumentate le emissioni di CH₄ e CO₂ (sempre in suolo non inquinato), mentre notevolmente ridotte quelle di N₂O. Nei suoli inquinati si sono verificati leggeri aumenti di emissione di metano ma forti riduzione di emissione di CO₂ durante la stagione di crescita del riso, sia con che senza aggiunta di N.

CONCLUSIONI

Il biochar ha un potenziale interessante per ridurre le emissioni di azoto a seguito di concimazioni in agricoltura. Inoltre la correlazione fra CO₂ respirata e la disponibilità di Pb e Cd nei suoli inquinati dimostra come il biochar incrementi la biomassa microbica del suolo e riduca la respirazione diminuendo la disponibilità di cadmio e piombo.

TITOLO

E' IL BIOCHAR CARBON NEGATIVE? QUANTIFICAZIONE DEI BENEFICI DEL BIOCHAR SULLA MITIGAZIONE DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Cowie, AL^a; Orr, L^b

^aNational Centre for Rural Greenhouse Gas Research, University of New England, Armidale, NSW 2351, Australia;

^bIndustry and Investment NSW Locked Bag 6006 Orange NSW 2800, Australia.

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Australia

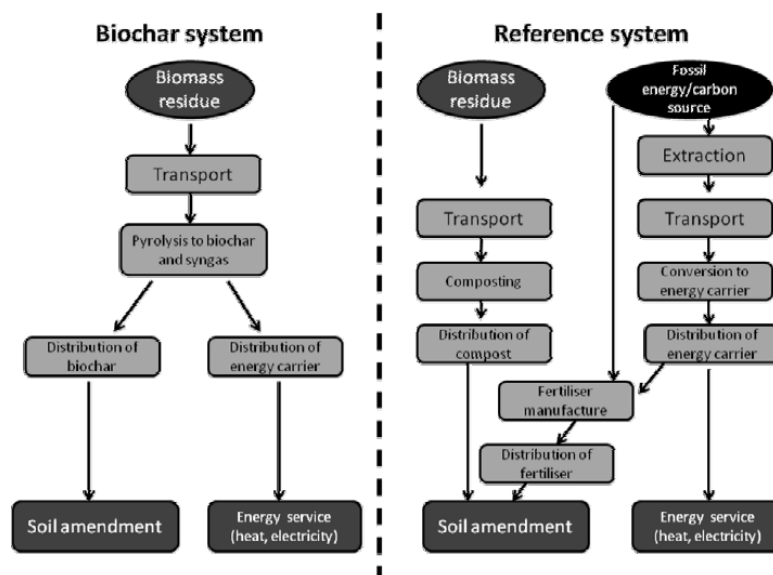
ANNO/I PROVA

OBIETTIVI

Si afferma che la tecnologia del biochar sia carbon negative, ovvero rimuova più gas serra di quanti ne produca. Tuttavia per poter affermare questo occorre una validazione scientifica. Non è però così facile trovare un metodo di misura; il semplice metodo del bilancio (rapporto input/output) non è sufficiente. E' necessario documentare il bilancio di "output ed input" di gas serra per tutta la durata del sistema biochar, dalla sua produzione al suo utilizzo, confrontando il tutto con pratiche convenzionali.

METODI

La metodologia ha previsto uno studio teorico dove il bilancio dei diversi gas serra relativo a differenti sistemi biochar/biomasse applicati a varie colture è stato comparato con le pratiche correnti (caso reale), il tutto secondo lo schema riportato in figura.



Il benefit di riduzione delle emissioni del sistema biochar è calcolato come differenza delle emissioni nette fra i due casi, biochar e sistema convenzionale. Per entrambi i sistemi a confronto la valutazione deve includere i seguenti fattori: cambiamento diretto ed indiretto dello stock di carbonio nella biomassa e nel suolo, emissione di N₂O e CH₄, produzione della coltura, richiesta di

fertilizzanti e acqua, energia fossile utilizzata per la costruzione dell'impianto, per il trasporto, per il processo, per la distribuzione in campo, per la coltivazione, per la produzione di concimi e, in ultimo, l'energia rinnovabile generata.

RISULTATI

Nel caso di studio la stima della netta riduzione di emissioni sommate a 100 anni per differenti scenari del biochar variano da 1,7 a 3,1 t di CO₂ equivalente/t di biomassa secca, ovvero fino a 2 volte la CO₂ equivalente della sola biomassa. I principali fattori che hanno determinato le riduzioni di emissione sono in ordine:

- evitata emissione di N₂O e CH₄ per aver modificato l'uso convenzionale della biomassa
- rendimento del biochar e tasso di turnover del carbonio nel suolo
- energia esportata

Esistono tuttavia alcune componenti di incertezza nel metodo di analisi utilizzato, quali ad esempio la certezza del turnover del biochar nel suolo e la longevità degli effetti del biochar sulla fertilità e sulla produttività.

Nel caso di studio i migliori effetti si sono ottenuti quando nel caso convenzionale veniva utilizzata biomassa da rifiuto in copertura e quando il biochar era impiegato in colture orticole che esigono grandi quantità di concimazioni.

CONCLUSIONI

La reale efficacia del sistema biochar sulla riduzione dei cambiamenti climatici va determinata sempre attraverso un attento confronto con utilizzi convenzionali di biomassa e di produzione di energia. Il metodo utilizzato ha evidenziato come il sistema biochar può portare a significative riduzioni delle emissioni di gas serra, ovvero come sia un sistema "carbon negative". Il maggior contributo a questi risultati dipende principalmente dal tipo di biomassa utilizzata, dall'ordinamento colturale, dalle caratteristiche specifiche del sistema convenzionale preso a riferimento. Aspetti da approfondire per rendere il metodo più efficace sono la comprensione del turnover del biochar nel suolo e il reale impatto che esso ha sulle emissioni di N₂O.

TITOLO

SVILUPPO DI UN SISTEMA DI CLASSIFICAZIONE DEL BIOCHAR IN RELAZIONE AGLI EFFETTI SULLE PIANTE

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Hayes, MHB^a; Byrne, CMP^a; Kwapinski, W^a; Wolfram, P^a; Melligan, FJ^a; Novotny, EHa, ^b; Leahy, JJ^a

^aChemical and Environmental sciences, UL, Ireland;

^bEmbrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, Rio de Janeiro-RJ, Brazil

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Irlanda

ANNO/I PROVA

OBIETTIVI

Scopo dello studio è sviluppare un sistema che classifichi il biochar sia in relazione alle sue caratteristiche, sia per gli effetti sulla vegetazione.

METODI

Il biochar è stato ottenuto da 3 differenti biomasse (*Miscanthus x giganteus*, pino, salice) in un pirolizzatore da laboratorio. La maggior parte del lavoro è stato effettuato sul biochar da *Miscanthus*. Il biochar è stato ottenuto con tre diversi livelli di temperatura di pirolisi: a) 400°C/10 min; b) 500°C/30 min; c) 600°C/60 min. Questi differenti biochar sono stati utilizzati come ammendanti (dosi all'1 ed al 5% in peso) di un terreno irlandese calcareo e pesante (20% argilla, pH 7,5), utilizzato per una prova in vaso con semi di mais. Al termine di un periodo di crescita di 21 e 28 giorni le piantine di mais sono state seccate a 60°C per la determinazione della produzione secca. Ogni biochar è stato caratterizzato per i parametri di area superficiale, contenuto in carbonio, idrogeno e azoto; la morfologia è stata osservata con microscopio SEM.

RISULTATI

Dopo 15 giorni in serra i semi di mais della tesi di controllo non erano ancora germinati, mentre nel trattamento al 5% in peso di biochar di *Miscanthus* le piantine erano alte 10 cm con 3 foglie vere; sempre con lo stesso tipo di biochar anche la dose all'1% ha ottenuto risultati simili.

Al contrario, con le altre tipologie di biochar (pino e salice), la dose all'1% ha ottenuto risultati inferiori rispetto a quella del 5% e comunque superiori a quelli del controllo. In figura 1 si riporta l'indice di crescita rispetto al controllo (pari a 1) dopo 21 giorni. Con il passare dei giorni le differenze di crescita fra le piantine del controllo e quelle trattate con biochar si sono assottigliate. Il biochar ottenuto a 600°C ha fornito i migliori risultati, mentre quello ottenuto a 400°C (che ha rilevato un minor area superficiale) ha depresso la crescita. Gli spettri ottenuti con la tecnica NMR mostrano differenze sostanziali fra il biochar da *Miscanthus* e gli altri due, soprattutto per l'evidenza nel primo di componenti della lignina e carboidrati. Evidente negli spettri la presenza di carbonio aromatico.

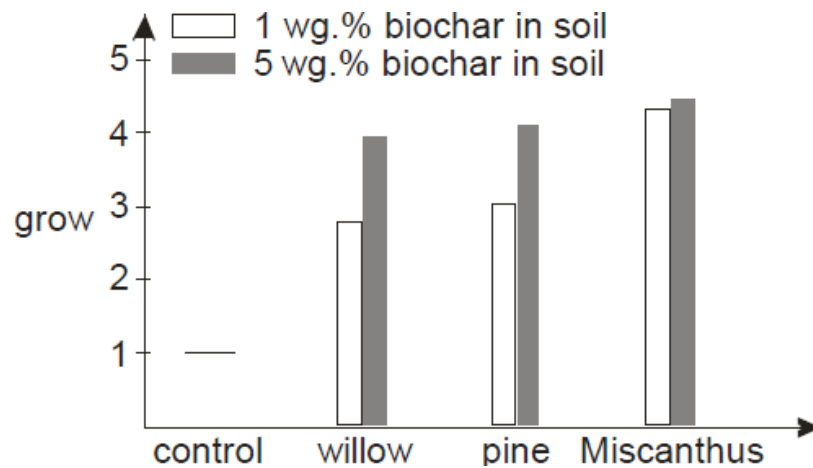


Figura 1 – indice crescita a 21 giorni

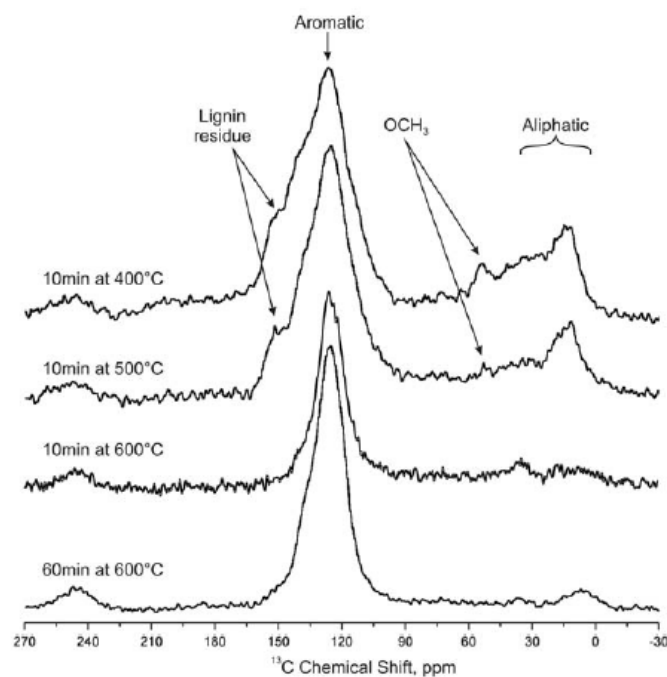


Figura 2 - spettri NMR di biochar di miscanthus

CONCLUSIONI

La sperimentazione in serra mostra che l'effetto del biochar è massimo alla germinazione e nella prima fase di crescita. La temperatura di pirolisi riveste una significativa importanza sullo stimolo o depressione della germinazione/crescita del biochar. Ulteriori ricerche hanno evidenziato la presenza di associazioni fungine sulle radici delle piante in presenza di biochar e di elevata carica microbica nel suolo in vicinanza di particelle di carbone. L'area superficiale del biochar pare essere un criterio di selezione interessante, come pure lo studio dei componenti con la tecnica NMR.

TITOLO

DINAMICHE DI RILASCIO DI NUTRIENTI DAL BIOCHAR

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Angst, T^a; Sohi, S^a; Martig, F^b; Patterson, C^b

^aUK Biochar Research Centre, University of Edinburgh, The King's Buildings, Edinburgh EH9 3JN, United Kingdom;

^bContaminated Land Assessment & Remediation Research Centre, University of Edinburgh, The King's Buildings, Edinburgh EH9 3JL, United Kingdom

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Gran Bretagna

ANNO/I PROVA

OBIETTIVI

Al fine di comprendere se e quanto il biochar fornisce direttamente elementi nutritivi alle piante, distinguendo questo aspetto dagli effetti indiretti del biochar sulla nutrizione delle piante, è necessario descrivere la dinamica ed il meccanismo di rilascio di questi elementi.

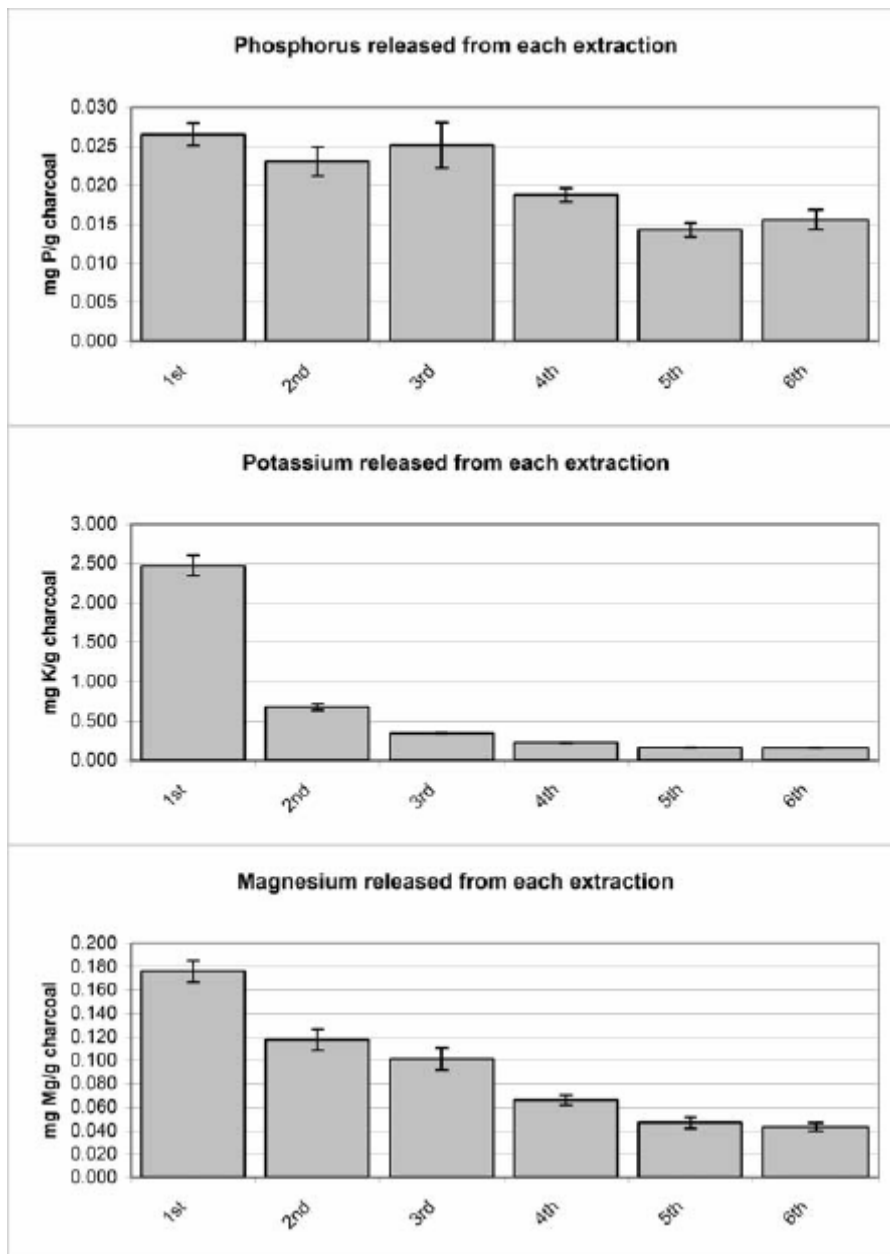
METODI

La dinamica di rilascio in acqua di fosforo, magnesio e potassio è stata valutata su un biochar prodotto da biomassa legnosa (sicomoro) a 500°C. La determinazione degli elementi totali è stata fatta sia per il biochar che per la biomassa. Il campione di biochar è stato macinato e setacciato in un intervallo dimensionale compreso fra 150 e 600 µm. Il campione setacciato è stato diluito in acqua deionizzata in un rapporto 1:20 (solido:liquido) ed agitato per 4 ore. Come controllo è stata utilizzata acqua deionizzata senza biochar. Al termine dell'agitazione i campioni sono stati filtrati e sull'estratto acquoso è stato determinato il contenuto di P, K e Mg. Il materiale solido recuperato dalla filtrazione ha successivamente subito per 5 volte lo stesso tipo di estrazione in acqua. Dopo le 6 estrazioni in acqua il materiale solido rimasto è stato seccato e setacciato a 150 µm.

RISULTATI

La concentrazione di fosforo totale nel biochar era bassa (119 mg/kg) ma molto superiore a quella della biomassa di partenza. Al contrario il contenuto di potassio totale (3309 mg/kg) e magnesio totale (1889 mg/kg) era molto più alto, anche se, rispetto alla biomassa di partenza, l'incremento era minore.

Il fosforo rilasciato nei diversi cicli di estrazione non è variato molto, anche se un quinto del totale estratto si è ottenuto dopo il primo ciclo. Il rilascio di magnesio è diminuito linearmente con il progredire delle estrazioni. Il potassio è stato rilasciato quasi completamente alla prima estrazione; i dati indicano una bassa disponibilità solubile in acqua ma prontamente disponibile. Con un'applicazione di 20 t/ha di questo biochar, la frazione solubile prontamente disponibile ammonterebbe rispettivamente per P-Mg-K a 0,5-3,5-49 kg/ha.



CONCLUSIONI

La quota di potassio solubile rilasciata dal biochar di sicomoro è rilevante, mentre ridotta è quella di fosforo e magnesio. Le differenti modalità di rilascio nei diversi cicli di estrazione evidenziano come questi elementi siano localizzati diversamente all'interno del biochar.

TITOLO

CONVENIENZA ECONOMICA NEL PRODURRE BIOCHAR DAI RIFIUTI SOLIDI URBANI IN CINA

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Chai, CY; Ding, DWY; Wang, WT

Hebei Tourism Vocational College, Chengde City, Hebei Province, P.R. China

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Cina

ANNO/I PROVA

OBIETTIVI

Con il progresso economico, la Cina sta aumentando la propria produzione di rifiuti, in particolare rifiuti solidi urbani (USW). Ad oggi il trattamento di questi rifiuti urbani prevedono il compostaggio o l'incenerimento, con problemi anche di tipo sanitario. Obiettivo di questa ricerca è valutare la possibilità di produrre biochar da questi rifiuti, contribuendo anche alla mitigazione del cambiamento climatico in corso.

METODI

La ricerca include 4 passaggi: 1) stato di fatto dei trattamenti odierni sugli USW, 2) test di laboratorio per la produzione di biochar da USW, 3) gestione di eventuali co-prodotti tossici del biochar, 4) dimostrazione fattibilità.

RISULTATI

Il biochar può essere prodotto dai rifiuti solidi urbani, con le seguenti caratteristiche.

| parametro | valore |
|----------------------------|--------|
| produzione biochar (%) | 49,8 |
| N tot (%) | 0,03 |
| P tot (%) | 3,299 |
| K tot (%) | 0,831 |
| pH in acqua (1:2,5) | 9,86 |
| conducibilità mS/cm (1:20) | 5,0 |

I materiali/rifiuti pericolosi prodotti con il biochar sono al di sotto degli standard nazionali di pericolosità. Il costo di produzione del biochar usando un pirolizzatore speciale ammonta a 50-60\$ (escluso il costo della biomassa), quindi economicamente conveniente.

CONCLUSIONI

Il trattamento dei rifiuti solidi urbani con il sistema del biochar è fattibile ed economicamente conveniente, anche in assenza di sussidi governativi.

TITOLO

USO DEL BIOCHAR COME AGENTE NEL COMPOSTAGGIO DEL LETAME: EFFETTO SULLA DEGRADAZIONE E UMIFICAZIONE DELLA SOSTANZA ORGANICA

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Dias, BO^a; Silva, CA^a; Higashikawa, FS^c; Roig, A^d; Sánchez-Monedero, MA^a

^aBolsista PNPD/CAPES, Programa de Pós-Graduação em Manejo do Solo e Água – Centro de Ciências Agrárias – UFPB, CEP: 58.397-000, Areia, PB, Brasil.

^bProfessor do Departamento de Ciência do Solo – UFLA, CP 3037, Lavras, MG, Brasil; ^cDoutorando do PPG – Ciência do Solo – UFLA, CP 3037, Lavras, MG, Brasil; ^dPesquisador do Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura – CSIC, CP 164, CEP 30.100, Murcia – Espanha.

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Brasile

ANNO/I PROVA

= = =

OBIETTIVI

Il biochar è generalmente utilizzato come ammendante nel suolo e, vista la sua lenta degradazione, risulta interessante in tema di stoccaggio a lungo termine di carbonio (carbon sink). Poche sono le informazioni in merito ad un suo utilizzo come agente compostante in qualità di stabilizzatore della sostanza organica nel processo di trasformazione. Oggetto del presente studio è la valutazione del biochar nel compostaggio del letame.

METODI

Il biochar è stato miscelato con letame in proporzione 1:1 (peso fresco), realizzando tre distinti cumuli. Il biochar utilizzato nel presente studio è stato ottenuto da pirolisi lenta di legno di eucalipto a temperatura compresa fra 300 e 450°C. Campioni rappresentativi dei cumuli sono stati prelevati al tempo 0 e dopo 30, 60, 120 e 210 giorni di compostaggio. Il carbonio totale estraibile (CEX=TEC) è stato determinato su un estratto 0,1 M di NaOH (estratto 1:20); il carbonio fulvico (FAC=FA) è stato determinato per precipitazione acida a pH 2,0 ed il carbonio umico (HAC=HA) per differenza fra il carbonio estraibile ed il carbonio fulvico. Dai dati ottenuti sono stati calcolati i parametri dell'umificazione: carbonio estraibile/carbonio totale (tasso di umificazione - HR), carbonio da acido umico/carbonio totale (indice di umificazione - HI), carbonio da acido umico/carbonio estraibile (percentuale acidi umici - PHA), carbonio acido umico/carbonio acido fulvico (gradi di polimerizzazione - DP). I dati ottenuti sono stati trattati statisticamente per evidenziare eventuali differenze significative.

RISULTATI

Il contenuto di acidi umici aumenta significativamente a fine processo. Gli acidi fulvici subiscono una riduzione quantitativa all'inizio della fase di compostaggio, dovuta alla degradazione microbica dei composti solubili, stabilizzandosi poi fino al termine del processo di compostaggio. L'incremento del carbonio totale estraibile è dovuto all'aumento della concentrazione di carbonio da acidi umici, riflettendo il grado di umificazione e la maturità del prodotto finale. La variazione della concentrazione degli estratti alcalini è influenzata dall'origine e composizione chimica del materiale da compostare e pertanto non è un indice valido per valutare la maturazione del compost ottenuto da differenti matrici. Il tasso di umificazione (HR) aumenta durante il

compostaggio per l'aumento proporzionale del carbonio solubile alcalino, riflettendo l'umificazione della sostanza organica. L'aumento è stato più sensibile verso la fine del processo di compostaggio (fase di maturazione). L'aumento della percentuale di carbonio da acidi umici (PHA) e del grado di polimerizzazione (DP) riflette il forte incremento della frazione composta da acido umico; il biochar ha favorito la formazione di questi composti piuttosto che molecole di acidi fulvici: a maturazione il carbonio da acidi umici rappresenta il 94% del totale del carbonio estraibile. Questo aspetto è relazionabile alla presenza del biochar, composto da una grande quantità di piccole strutture aromatiche che potrebbero essere state inglobate nella struttura degli acidi umici. L'indice di umificazione (HI) incrementa a sua volta, in relazione alla presenza di carboidrati solubili in acqua e fenoli nella struttura umica; infatti questi composti sono precursori del processo di umificazione.

Risultati analitici sui campioni prelevati nelle diverse epoche
(a lettere diverse corrispondono valori significativamente differenti lungo le colonne)

| Tempo (gg) compostaggio | CEX g/kg | FAC g/kg | HAC g/kg | DP g/kg | HR g/kg | HI g/kg | PHA g/kg |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|
| 0 | 23,1 a | 15 a | 8,1 b | 0,54 d | 5,40 d | 1,89 d | 35,16 d |
| 30 | 16,5 b | 4,1 b | 12,4 b | 3,01 c | 5,64 c | 4,23 c | 74,97 c |
| 60 | 12,5 c | 2,6 c | 1,0 c | 3,87 bc | 5,17 c | 4,11 c | 79,38 bc |
| 120 | 16,6 b | 2,7 c | 13,9 b | 5,20 b | 7,44 b | 6,24 b | 83,74 b |
| 210 | 22,7 a | 1,3 d | 21,3 a | 8,87 a | 10,47 a | 9,85 a | 94,08 a |

Correlazione fra carboidrati e fenoli con differenti indici di umificazione
(NS= non significativo - *= significativo per livello probabilità $P < 0,05$
**= significativo per livello probabilità $P < 0,01$)

| | HAC/TOC | HAC/CEX | HAC/FAC |
|-------------|---------|----------|---------|
| carboidrati | NS | -0,930** | NS |
| fenoli | -0,732* | -0,974** | NS |

CONCLUSIONI

Il mix biochar-letame garantisce la produzione di un compost ricco in acidi umici e contenente sostanze con altro grado di polimerizzazione.

TITOLO

EFFETTI DEL BIOCHAR SULL'USO DI ACQUE SALINE PER LA COLTIVAZIONE DI PIANTE ORNAMENTALI IN VASO

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Bacci, L^a, Albanese, L^a, Baronti, S^a, Di Lonardo, S^a, Vaccari, F^a, Miglietta, F^a, B

^aIstituto di Biometeorologia – CNR, Firenze, Italia

^bFoxLab (Forest and Wood) Fondazione E. Mach – Iasma S. Michele all'Adige (Tn), Italia.

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Toscana (Italia)

ANNO/I PROVA

2010

OBIETTIVI

L'uso del biochar come parziale sostitutivo dei comuni substrati potrebbe aumentare la sostenibilità del settore vivaistico, la cui criticità è legata allo sfruttamento delle torbe e dell'acqua per l'irrigazione. La buona capacità da parte del biochar di ritenzione delle sostanze nutritive e dell'acqua potrebbero farne un ammendante ideale per la coltivazione delle piante in vaso. Inoltre, grazie al suo alto potere di adsorbimento di sali, potrebbe garantire l'impiego nel florovivaismo anche di acque di mediocre qualità (saline).

METODI

Le prove sono state realizzate presso il Centro Sperimentale per il Vivaismo (Ce.Spe.Vi) di Pistoia nel 2010, utilizzando due specie ornamentali con diversa sensibilità alla salinità: *Prunus laurocerasus* L., sensibile, *Phillyrea latifolia* L., tollerante. È stato allestito un disegno sperimentale a blocchi randomizzati costituito da 6 tesi replicate tre volte (ogni replica costituita da 5 vasi) per effettuare valutazione di 3 diversi substrati e di due diverse acque d'irrigazione. I substrati sottoposti a valutazione hanno visto la sostituzione di parte della torba con biochar, lasciando inalterata la frazione di pomice: (A) controllo (torba:pomice 1:1, v/v), (B) sostituzione del 50% in volume della torba con biochar, (C) sostituzione del 33% in volume della torba con biochar. Il biochar utilizzato era stato ottenuto da potature di bosco misto con pH di 8,2. Le acque di irrigazione utilizzate per la realizzazione della soluzione nutritiva da distribuire con la fertirrigazione (impianto a goccia) differivano per livello di salinità (800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 1800 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Durante la stagione di crescita sono state eseguite misure periodiche di altezza e diametro basale dei fusti. Al termine della stagione sono state misurate: area fogliare, biomassa fresca e secca divisa per steli e foglie.

RISULTATI

Nel caso della specie *Phillyrea latifolia* L. la sostituzione di torba con biochar non ha portato a differenze significative. Anche l'uso dell'acqua salina non ha influenzato negativamente l'accrescimento delle piante né ha determinato la comparsa di danni fogliari, essendo questa specie resistente alla salinità. Anche nel *Prunus laurocerasus* L. nessuna differenza significativa è stata rilevata con sostituzione della torba con biochar. L'irrigazione con acqua salina non ha provocato problemi sull'accrescimento, ma il peso secco delle foglie è risultato inferiore e la superficie fogliare superiore se confrontati con i dati ottenuti attraverso l'uso dell'acqua non salina.

Inoltre con acqua salina il danno fogliare è risultato più evidente per le piante con minor percentuale di biochar nel substrato.

CONCLUSIONI

Il biochar ha buone prospettive per essere utilizzato nei substrati per florovivasimo in sostituzione parziale della torba. Inoltre esso pare prevenire eventuali danni causati dall'uso di acque saline.

TITOLO

LIFE CYCLE ANALYSIS DEL SISTEMA BIOCHAR IN UNITED KINGDOM

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Hammond, J^a; Shackley, S^a; Sohi, S^a; Brownsort, P^a

^aUK Biochar Research Centre, University of Edinburgh, Crew Building, King's Buildings, Edinburgh, EH9 3JN, United Kingdom.

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Gran Bretagna

ANNO/I PROVA**OBIETTIVI**

Determinazione del Life Cycle del sistema biochar in relazione all'abbattimento del carbonio da CO₂.

METODI

Lo studio è stato realizzato per il contesto britannico considerando un sistema biochar prodotto da pirolisi lenta (PBS), configurato su unità di pirolisi a piccola, media e larga scala, con catena di processo distribuito o centralizzato, ipotizzando 11 tipologie di biomassa. Si è assunto di incorporare il biochar in suoli arabili. E' stato quindi stimato l'abbattimento di carbonio e la produzione di elettricità. I risultati sono stati confrontati con quelli di sistemi differenti: combustione della biomassa, pirolisi veloce, gassificazione.

RISULTATI

Lo studio rivela che il sistema biochar contribuisce più di altri sistemi di bioenergia all'abbattimento del carbonio, con un abbattimento di 0,71-1,24 tonnellate di equivalente CO₂ per tonnellata di biomassa secca pirolizzata. Il sistema a pirolisi lenta sembra poter abbattere da 5,4 a 21,5 tonnellate di equivalente CO₂/ha. Il maggior contributo del sistema a pirolisi lenta per l'abbattimento del carbonio sta principalmente (40-50%) nella stabilizzazione del carbonio della biomassa nel biochar; anche l'influenza sui livelli della sostanza organica nel suolo (25-40%) e la produzione diretta di energia (10-25%) contribuiscono allo scopo. Per la stabilità del carbonio che entra nel suolo attraverso il biochar si è assunto che il 68% del carbonio presente nel biochar permanga nel suolo per almeno 100 anni. Circa la sostanza organica si è previsto un aumento in 100 anni del 21%. Complicato il discorso della produzione energetica. Altri sistemi di bioenergia rendono assai di più in energia rispetto al sistema a pirolisi lenta, senza però produrre il biochar.

Table 1. Carbon abatement efficiencies and electricity production for small, medium and large scale pyrolysis biochar systems.

| | Small | Medium | Large |
|--|-------|--------|-------|
| <i>Carbon Abatement</i> | | | |
| tCO ₂ e/odt feedstock | 0.71 | 1.12 | 1.12 |
| tCO ₂ e/MWh electricity | 2.38 | 1.61 | 1.40 |
| tCO ₂ e/ha | 12.46 | 11.2 | 6.65 |
| tCO ₂ e/t char | 2.15 | 3.38 | 3.39 |
| Total tCO ₂ e/yr per facility | 1068 | 16802 | 84248 |
| <i>Electricity Production</i> | | | |
| Electrical efficiency (%) | 6 | 15 | 16 |
| MWh/odt feedstock | 0.3 | 0.7 | 0.8 |
| MWh/ha | 5.25 | 6.96 | 4.76 |
| Total MWh/yr per facility | 450 | 10447 | 60366 |

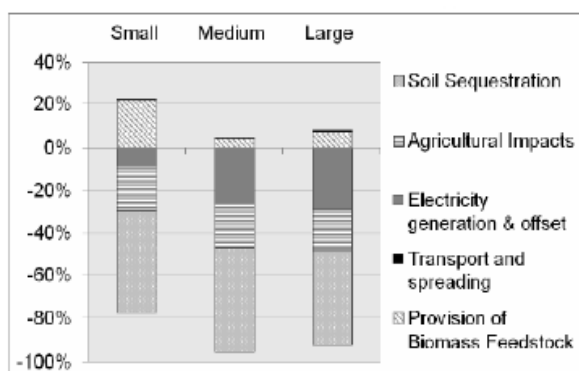


Figure 1. Percentage contribution to net carbon abatement by life cycle stage; for small, medium and large scale pyrolysis biochar systems.

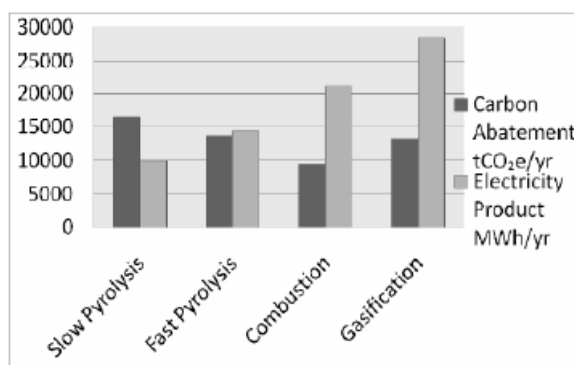


Figure 2. Carbon abatement and electricity produced from different ways of processing 20,000 tonnes of biomass.

CONCLUSIONI

Il sistema biochar da pirolisi sembra abbattere più carbonio di altri sistemi di bioenergia. La maggior parte di questo effetto è legato alla stabilità del carbonio presente nel biochar. Purtroppo il processo di pirolisi produce meno energia di altri sistemi e per tanto lo rende meno appetibile a molti investitori, soprattutto quando esistono incentivi per la produzione di energia e non per l'abbattimento del carbonio.

LA RICERCA IN LOMBARDIA:
RACCOLTA SCHEMATICA DEI
PRINCIPALI LAVORI DI
RICERCA E SPERIMENTAZIONE
EFFETTUATI IN LOMBARDIA

TITOLO

CARATTERIZZAZIONE FISICO-CHIMICA E TEST DI FITOTOSSICITÀ SU BIOCHAR OTTENUTO DA LEGNO DI CONIFERE E DI PIOPPA

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Valagussa, M^a, Pozzi, A^b Tosca, A^c

^aMAC - Minoprio Analisi e Certificazioni S.r.l. – Vertemate con Minoprio (CO) - Italia

^bAGT – Advanced Gasification Technology S.r.l. – Arosio (CO) - Italia

^cFondazione Minoprio CLIFO – Vertemate con Minoprio (CO) - Italia

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Lombardia (IT)

ANNO/I PROVA

2009-2010

OBIETTIVI

Scopo del presente lavoro è stato verificare se il carbone vegetale ottenuto da un processo termochimico di gassificazione pirolitica possiede caratteristiche tali da essere assimilabile al biochar prodotto da pirolisi e, conseguentemente, se esso sia idoneo a un utilizzo quale ammendante nel suolo per incrementarne la fertilità.

Una caratterizzazione di base dei principali parametri fisico-chimici è stata condotta su due differenti tipi di carbone vegetale ottenuti da gassificazione pirolitica utilizzando legno di conifera derivante dalla gestione ordinaria di un'area montana forestale lombarda e legno di pioppo prodotto da coltura dedicata (short rotation forestry) in un'azienda agricola della provincia di Cremona.

Inoltre, un test di fitotossicità è stato implementato utilizzando diverse dosi di carbone vegetale al fine di valutare eventuali aspetti fitotossici sulla crescita dei vegetali; dall'indice di crescita calcolato in riferimento a un controllo non trattato, è stato possibile individuare le dosi ideali per un utilizzo del carbone quale ammendante del suolo.

METODI

Il legno di conifere e di pioppo è stato gassificato in due simili impianti di gassificazione di tipo a letto fisso, down-draft, open core. Il reattore consiste infatti di un letto fisso, il combustibile (la biomassa), attraverso il quale fluisce il gassificante, cioè l'aria comburente, in equi-corrente.

Al suo interno il materiale carbonioso subisce processi diversi in un gradiente crescente di temperatura, dapprima il completamento dell'essiccazione e in seguito la pirolisi, la combustione e da ultimo la gassificazione.

Il risultato è un gas combustibile di basso potere calorifico, altrimenti detto syngas, di composizione variabile ma tipicamente composto di una miscela contenente N₂ (53,1 %), CO₂ (13,1 %), CO (16,6 %), H₂ (14,0 %) e CH₄ (3,2 %), utilizzato previo raffreddamento e pulizia mediante filtrazione elettrostatica, per l'alimentazione di gruppi generatori elettrici equipaggiati con motori endotermici; inoltre, nel corso del processo di riduzione (gassificazione), si genera polvere di carbone, la quale, impedendo il regolare passaggio del syngas nel reattore, è allontanata e separatamente raccolta mediante un sistema idoneo.

Sul carbone così prodotto, nel corso del 2009-2010 sono state portate a termine analisi di laboratorio al fine di verificare i parametri chimici e fisici di principale interesse agrario e ambientale e prevederne il comportamento nel suolo. In particolare le determinazioni analitiche

hanno approfondito i seguenti parametri: granulometria, reazione (pH), conduttività (salinità), cationi scambiabili (calcio, magnesio, potassio, sodio), carbonio, ceneri, azoto totale, fosforo totale, potassio totale. In relazione al contenuto di carbonio, sono stati utilizzati due differenti metodi:

- 1) metodo per combustione a secco mediante analizzatore elementare (Dumas) con sottrazione del carbonio dovuto alla presenza di carbonati;
- 2) metodo per ossidazione del dicromato a temperatura costante (160°C per 10 minuti) e successiva titolazione ossido-riduttiva.

Entrambi i metodi vengono utilizzati su matrici organiche per la determinazione del carbonio organico generalmente legato alla sostanza organica; difficile definire organico il carbonio determinato nei carboni (meglio sarebbe utilizzare il termine “carbonio di origine organica”), ma tale definizione (carbonio organico) viene utilizzata in riferimento ai metodi adottati.

Volendo caratterizzare le matrici oggetto di studio in relazione alle principali proprietà agronomiche in vista di un possibile utilizzo quali ammendanti del suolo, per tutte le analisi effettuate si è optato per metodiche ufficiali europee e nazionali oggi disponibili per gli ammendanti (UNI-EN e MIPAAF).

Le metodiche EN sugli ammendanti prevedono per la determinazione di pH, salinità ed elementi solubili in acqua una preparazione standard del campione per la determinazione della massa volumica apparente compattata di laboratorio, dato successivamente utilizzato per le estrazioni in acqua in rapporto matrice:acqua 1:5 v/v. Questo valore viene determinato su campione fresco, omogeneizzato manualmente senza influire sulla granulometria del prodotto. Viene utilizzato un cilindro misuratore di dimensioni e volume noti (volume pari a 1.000 ml \pm 30 ml, diametro interno di 100 mm \pm 1 mm e altezza di 127 \pm 1 mm), provvisto di collare e imbuto di riempimento; si riempie il sistema cilindro-collare-imbuto con la matrice da utilizzare, si asporta l'imbuto, si livella la superficie con una lama tagliente, si applica per 180 secondi uno stantuffo avente massa di 650 g, si rimuovono stantuffo e collare, si livella nuovamente fino alla superficie superiore del cilindro, si pesa il suo contenuto, ottenendo il valore di massa volumica apparente compattata di laboratorio.

Tutte le analisi fisico-chimiche sono state condotte con un minimo di 6 repliche, determinando per i valori medi il coefficiente di variazione.

Oltre alla caratterizzazione fisico-chimica, allo scopo di valutare la capacità del carbone di favorire o deprimere la crescita vegetale in relazione all'eventuale apporto di elementi in eccesso e/o sostanze fitotossiche, sul carbone di conifere è stato condotto un test di fitotossicità (Regione Lombardia, 2003), che prevede la coltivazione in ambiente controllato di una specie indicatrice (lattuga – *Lactuca sativa* L.) utilizzando un substrato di base con aggiunta di aliquote crescenti della matrice oggetto di studio.

Nello specifico, a un substrato base suolo-simile (composto da sabbia quarzifera neutra, bentonite calcica, torba bionda di sfagno, terreno franco a reazione neutra) impiegato come test di controllo, sono state aggiunte quantità di carbone vegetale corrispondenti rispettivamente a una distribuzione in pieno campo di 23, 45, 68 e 90 t ha⁻¹ (prodotto tal quale con umidità del 6 % in peso).

Semi di lattuga sono stati fatti germinare su sabbia in semenzaio. Per ogni tesi sono stati preparati 4 vasetti da 250 ml riempiti del substrato di crescita con i diversi dosaggi di carbone previsti. Alla formazione della prima foglia vera in semenzaio sono state trapiantate 3 piantine per ciascuno vasetto. Tutte le tesi sono state successivamente fertirrigate con 10 ml di soluzione concimante (0,115 g di diidrogenofosfato di calcio, 0,655 g solfato di ammonio, 0,308 g di solfato di potassio in soluzione acquosa finale di 1000 ml). La coltivazione è stata condotta per 21 giorni in camera di crescita a temperatura di 25°C in presenza di luce. A fine ciclo è stata determinata la produzione

epigea fresca e secca di ciascun vaso. I valori rilevati sono stati elaborati statisticamente e la valutazione dell'andamento dose-effetto è stata espressa in relazione alla produzione della tesi di controllo (indice di crescita). Tutti i dati sono stati elaborati statisticamente mediante analisi della varianza con procedura dei confronti multipli di Duncan ($P < 0,05$) per discriminare le medie. L'interpretazione dei risultati prevede 6 classi di giudizio di idoneità all'utilizzo agricolo verificando le produzioni medie secche del substrato trattato rispetto al controllo non trattato:

- 1) N1 – non idoneo: tutte significativamente inferiori al controllo;
- 2) N2 – non idoneo: in parte uguali ed in parte significativamente inferiori al controllo;
- 3) P1 – idoneo: in parte significativamente superiori e solo relativamente ai dosaggi più elevati uguali o inferiori al controllo;
- 4) P2 – idoneo: tutte significativamente uguali al controllo;
- 5) P3 – idoneo: tutte significativamente superiori al controllo;
- 6) P4 – idoneo: in parte uguali ed in parte significativamente superiori al controllo.

RISULTATI

I risultati della caratterizzazione delle principali proprietà fisico-chimiche dei carboni vegetali prodotti sono riportati in Tabella 1.

Tabella1 – Principali caratteristiche fisico-chimiche dei carboni (2009-2010 (*))

| Parameter | Conifer biochar | Poplar biochar | Reference method |
|--|-----------------|----------------|--------------------------------------|
| Compacted bulk density ($\text{g l}^{-1} \text{fm}$) | 196 | 421 | UNI-EN 13037:2002 |
| Humidity (%) | 6,0 | 50,5 | UNI-EN 13040:2008 |
| pH (H_2O) | 10,3 | 9,6 | UNI-EN 13037:2002 |
| Salinity (mS m^{-1}) | 28 | 39 | UNI-EN 13038:2002 |
| Nitrate (N water soluble) ($\text{mg l}^{-1} \text{fm}$) | < 1,0 | < 1,0 | UNI-EN 13652:2001 |
| Ammonium (N water soluble) ($\text{mg l}^{-1} \text{fm}$) | 32,2 | 35,9 | UNI-EN 13652:2001 |
| Potassium (K water soluble) ($\text{mg l}^{-1} \text{fm}$) | 245,0 | 510,0 | UNI-EN 13652:2001 |
| Phosphorus (P water soluble) ($\text{mg l}^{-1} \text{fm}$) | 2,9 | 99,7 | UNI-EN 13652:2001 |
| Organic Carbon (% dm) | 63,8 | 58,0 | DM 21/12/00 Add. 6 (Springer-Klee) |
| Organic Carbon (% dm) | 69,5 | 53,0 | DM 13/09/99 met. VII.1 (Dumas) |
| C/N (Dumas method) | 173,8 | 37,9 | DM 13/09/99 met. VII.1 (Dumas) |
| Nitrogen (N Total) (% dm) | 0,4 | 1,4 | UNI-EN 13654-2:2001 (Dumas) |
| Phosphorus (P Total) (% dm) | < 0,1 | 0,4 | UNI-EN 13650:2002 (aqua regia) |
| Potassium (K Total) (% dm) | 0,4 | 1,0 | UNI-EN 13650:2002 (aqua regia) |
| Ash (loss on ignition at 600°C) (% dm) | 8,0 | 22,0 | UNI-EN 13039:2002 (loss on ignition) |
| Ca^{2+} (exchang.-BaCl ₂) ($\text{mg kg}^{-1} \text{dm}$) | 4972 | 1580 | DM 13/09/99 met. XIII.5 |
| Mg^{2+} (exchang.-BaCl ₂) ($\text{mg kg}^{-1} \text{dm}$) | 586 | 522 | DM 13/09/99 met. XIII.5 |
| K^+ (exchang.-BaCl ₂) ($\text{mg kg}^{-1} \text{dm}$) | 2957 | 5207 | DM 13/09/99 met. XIII.5 |
| Na^+ (exchang.-BaCl ₂) ($\text{mg kg}^{-1} \text{dm}$) | 200 | 446 | DM 13/09/99 met. XIII.5 |
| Particle size < 1,00 mm (%) | 29 | 56 | UNI-EN 15428:2008 |
| Particle size < 2,00 mm (%) | 60 | 77 | UNI-EN 15428:2008 |
| Particle size < 5,00 mm (%) | 97 | 96 | UNI-EN 15428:2008 |
| Particle size < 10,00 mm (%) | 100 | 100 | UNI-EN 15428:2008 |

(*): valori medi – coefficiente di variazione inferiore a 0,5

I due prodotti evidenziano proprietà fisico-chimiche differenti, a fronte del diverso materiale di partenza all'entrata dell'impianto di gassificazione.

La massa volumica apparente compattata di laboratorio evidenzia valori sostanzialmente diversi, molto elevato per il carbone da pioppo; questa differenza è correlata al dato di umidità. Infatti la differenza di questi parametri fra i due prodotti è legata al preventivo inumidimento del carbone di pioppo a seguito della sua produzione, ciò al fine di impedire fenomeni d'incendio in fase di stoccaggio.

Il pH, molto basico, per entrambi i prodotti, è più elevato nel carbone di conifere; prove con estrazione in CaCl_2 , non riportate nel presente lavoro, evidenziano invece valori di pH sostanzialmente identici (9,6-9,8 unità pH).

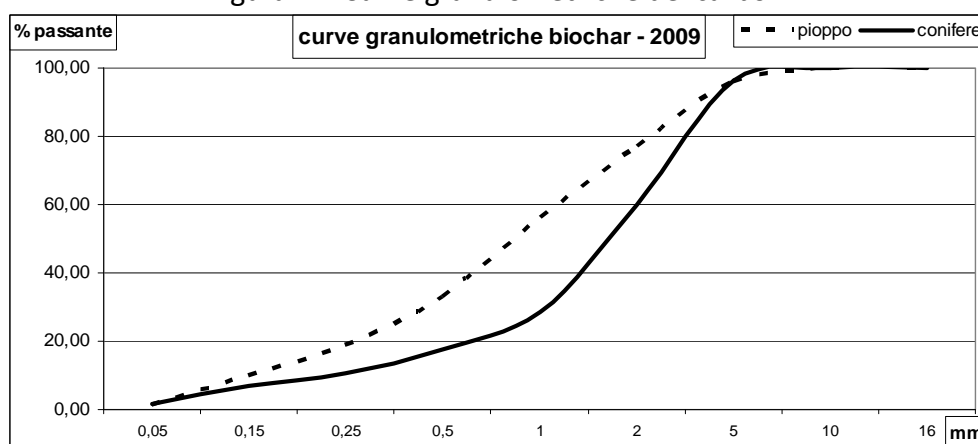
Il valore di carbonio "organico", sempre più elevato nel carbone di conifere, presenta differenze legate al metodo ed alla matrice: con il carbone di pioppo il metodo dell'ossidazione fornisce valori più alti rispetto al metodo della combustione, situazione opposta per il carbone di conifere.

La dotazione di macroelementi totali (N-P-K) e scambiabili in bario cloruro (K-Na) è maggiore nel carbone di pioppo, aspetto in probabile relazione con il contenuto in ceneri (600°C), sempre più elevato nel carbone da pioppo; al contrario il calcio scambiabile in bario cloruro risulta più elevato nel carbone di conifere, mentre entrambi i prodotti hanno la stessa dotazione di magnesio. Anche la frazione di elementi solubili in acqua (espressi in mg/litro carbone fresco) presenta valori differenti per fosforo e potassio e in linea con i dati degli stessi elementi totali espressi sul secco; in relazione alle forme azotate minerali, i dati sul tal quale sono simili ma, se riportati sul secco, presentano differenze in linea con i risultati dell'azoto totale.

Visto nel carbone di conifere il minor valore di azoto totale ed il più alto di carbonio "organico", il valore di C/N risulta assai più elevato rispetto a quello del carbone di pioppo.

In relazione alla granulometria, il biochar di conifere presenta una distribuzione dimensionale più omogenea, come bene evidenzia la rappresentazione grafica (Figura 1); pur presentando entrambi i prodotti più del 95% di materiale passante a 5 mm, il biochar di conifere presenta circa un 30% passante a 1 mm e un 60% passante a 2 mm, mentre il biochar di pioppo evidenzia una percentuale passante a 1 mm superiore al 55%.

Figura 1 – Curve granulometriche dei carboni

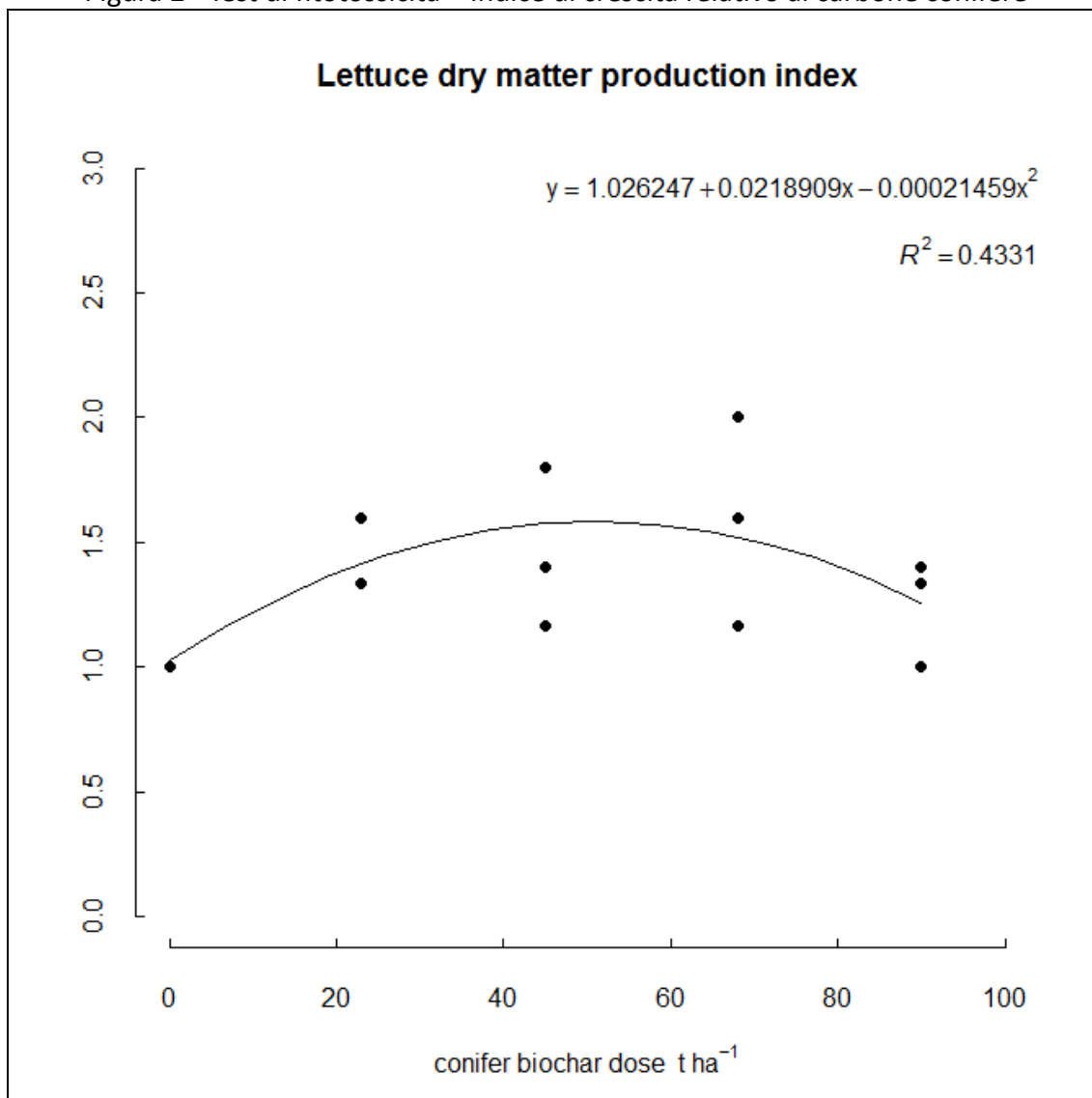


Il test di fitotossicità condotto sul carbone di conifere ha prodotto risultati positivi. La produzione fresca e secca è stata significativamente superiore rispetto al controllo a determinate dosi di apporto di carbone, corrispondenti a dosi in campo comprese fra 20 e 60 t/ha di carbone fresco; solo la dose più alta (90 t/ha) non ha evidenziato significativi incrementi della produzione, ma neppure manifestato effetti fitotossici o deprimenti (classe di giudizio: P1).

Il grafico dell'indice di crescita calcolato rispetto alla produzione del controllo, riportato in Figura 2, ben evidenzia quanto sopra esposto.

Analogo test è stato effettuato anche con il carbone di pioppo, le tesi trattate hanno evidenziato indici di crescita positivi ma non statisticamente significativi: classe di giudizio P2.

Figura 2 - Test di fitotossicità – Indice di crescita relativo al carbone conifere



CONCLUSIONI

I risultati confermano l'influenza che la biomassa di origine ha sulle proprietà finali del carbone prodotto. La caratterizzazione fisico-chimica ed i test di fitotossicità hanno fornito indicazioni molto positive sul possibile utilizzo di questo carbone come ammendante del suolo per incrementarne la fertilità agronomica.

TITOLO

APPLICAZIONE AL SUOLO DI BIOCHAR: PRIME ESPERIENZE IN NORD ITALIA CON PRODOTTO OTTENUTO DA GASSIFICAZIONE DI LEGNO

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Valagussa, M^a, Pozzi, A^b Tosca, A^c

^aMAC - Minoprio Analisi e Certificazioni S.r.l. – Vertemate con Minoprio (CO) - Italia

^bAGT – Advanced Gasification Technology S.r.l. – Arosio (CO) - Italia

^cFondazione Minoprio CLIFO – Vertemate con Minoprio (CO) - Italia

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Lombardia (IT)

ANNO/I PROVA

2009-2010

OBIETTIVI

Scopo del presente lavoro è stato verificare l'effetto agronomico dell'utilizzo in campo di carbone vegetale ottenuto da un processo termochimico di gassificazione pirolitica.

Due i differenti tipi di carbone vegetale utilizzati, ottenuti attraverso processo di gassificazione pirolitica utilizzando legno di conifera derivante dalla gestione ordinaria di un'area montana forestale lombarda e legno di pioppo prodotto da coltura dedicata (short rotation forestry) in un'azienda agricola del cremonese.

Il carbone vegetale è stato utilizzato su coltura di mais ceroso effettuata nella primavera-estate del 2009.

METODI

Il legno di conifere e di pioppo è stato gassificato in impianti di gassificazione di tipo a letto fisso, down-draft, open core. Il reattore consiste infatti di un letto fisso, il combustibile (la biomassa), attraverso il quale fluisce il gassificante, cioè l'aria comburente, in equi-corrente.

Al suo interno il materiale carbonioso subisce processi diversi in un gradiente crescente di temperatura, dapprima il completamento dell'essiccazione e in seguito la pirolisi, la combustione e da ultimo la gassificazione.

Il risultato è un gas combustibile di basso potere calorifico, altrimenti detto syngas, di composizione variabile ma tipicamente composto di una miscela contenente N₂ (53,1 %), CO₂ (13,1 %), CO (16,6 %), H₂ (14,0 %) e CH₄ (3,2 %), utilizzato previo raffreddamento e pulizia mediante filtrazione elettrostatica, per l'alimentazione di gruppi generatori elettrici equipaggiati con motori endotermici; inoltre, nel corso del processo di riduzione (gassificazione), si genera polvere di carbone, la quale, impedendo il regolare passaggio del syngas nel reattore, è allontanata e separatamente raccolta mediante un sistema idoneo.

Il carbone così prodotto, caratterizzato per quanto riguarda le principali proprietà fisico-chimiche (Valagussa et al., 2010) è stato impiegato sperimentalmente nel 2009 quale ammendante del suolo su coltivazione di mais secondo piano sperimentale di seguito esposto.

Nel mese di giugno è stato allestito il campo sperimentale presso la tenuta della Fondazione Minoprio, in Vertemate con Minoprio (CO) (Sito denominato "campo Croce", suolo con tessitura franco-limoso).

Il disegno sperimentale ha previsto tre tesi (controllo, biochar di pioppo, biochar di conifere) in triplice ripetizione ciascuna, con la costituzione di nove parcelle randomizzate di superficie pari a 40 m² ciascuna.

Il carbone vegetale di pioppo e conifere, trasportato mediante big bag sulle singole parcelle, è stato distribuito sul terreno e successivamente incorporato al suolo mediante vangatura meccanica.

La dose d'applicazione utilizzata, considerata la profondità finale di ammendamento del suolo pari mediamente a trenta centimetri, è stata, rispettivamente per biochar di pioppo e di conifere, pari al 2,7 ed al 2,4% sulla massa totale di suolo (% in peso di sostanza secca di biochar), equivalente a una distribuzione media di prodotto di 65 l m⁻² (corrispondenti a una quantità di biochar compresa tra 130 e 135 t s.s. ha⁻¹).

Le dosi sono state stabilite per entrambe le matrici sulla base delle indagini portate a termine in laboratorio e dei dati di bibliografia internazionale oggi disponibili (Lehman et al., 2009), optando volontariamente per una dose molto elevata.

La semina è stata condotta mediante ricorso a una seminatrice di precisione monofila (seme per seme) a conduzione manuale, impiegando varietà di mais classe 400 (118 giorni) con sesto d'impianto di 70 cm tra le file e 15 cm sulla fila.

Nel corso della coltivazione la scelta è stata di non operare interventi d'irrigazione e concimazione, limitandosi a un solo diserbo interfila mediante applicazione localizzata con attrezzatura specifica di prodotto a base di principio attivo glyphosate nel momento di maggiore competizione delle infestanti.

Il mais è stato raccolto a maturazione cerosa, sopraggiunta nel corso della seconda decade di ottobre, mediante lo sfalcio di dieci piante medie/parcella ritenute significative dal punto di vista fenologico; le piante sono state avviate al laboratorio per la determinazione della quantità di biomassa fresca e secca prodotta.

La maturazione è stata stabilita sulla base dello stato fisiologico dell'ibrido in esame, mediante ricorso al calcolo dei gradi giorno di calore.

A conclusione della prova in campo su mais, da ciascuna parcella sperimentale è stato prelevato un campione di suolo (profondità 0-30 cm) per la determinazione dei principali parametri indicatori della fertilità agronomica (fertilità fisica, chimica e biologica), impiegando tra l'altro test biochimici in grado di quantificare la biomassa microbica presente e comprenderne attività e vitalità.

Nello specifico le determinazioni di laboratorio sono state volte ad approfondire i seguenti parametri: massa volumica reale e apparente, porosità totale, ritenzione idrica, microporosità, granulometria, reazione, conduttività, calcare, carbonio organico, sostanza organica, tasso-grado-indice di umificazione, azoto totale, complesso di scambio, fosforo assimilabile, carbonio della biomassa microbica, respirazione, quoziente metabolico e quoziente di mineralizzazione. Le analisi sono state condotte seguendo i metodi ufficiali nazionali riportati su Gazzetta Ufficiale (MIPAAF, 1999, 2002, 2004), eccezion fatta per le analisi fisiche (densità, ritenzione idrica e porosità), eseguite con metodi ASTM F 2006 (ASTM, 2006).

I dati sono stati elaborati statisticamente mediante analisi della varianza con procedura dei confronti multipli di Duncan ($P < 0,05$) per discriminare le medie.

RISULTATI

I carboni utilizzati presentavano caratteristiche fisico-chimiche differenti, riportate in Tabella 1.

Tabella 1 – Principali proprietà fisico-chimiche dei carboni utilizzati (2009).

| Parameter | Conifer biochar | Poplar biochar | Reference method |
|---|-----------------|----------------|--------------------------------------|
| Compacted bulk density (g l ⁻¹ fm) | 196 | 421 | UNI-EN 13037:2002 |
| Humidity (%) | 6,0 | 50,5 | UNI-EN 13040:2008 |
| pH (H ₂ O) | 10,3 | 9,6 | UNI-EN 13037:2002 |
| Salinity (mS m ⁻¹) | 28 | 39 | UNI-EN 13038:2002 |
| Organic Carbon (% dm) | 63,8 | 58,0 | DM 21/12/00 Add. 6 (Springer-Klee) |
| Organic Carbon (% dm) | 69,5 | 53,0 | DM 13/09/99 met. VII.1 (Dumas) |
| C/N (Dumas method) | 173,8 | 37,9 | DM 13/09/99 met. VII.1 (Dumas) |
| Nitrogen (N _{Total}) (% dm) | 0,4 | 1,4 | UNI-EN 13654-2:2001 (Dumas) |
| Phosphorus (P _{Total}) (% dm) | < 0,1 | 0,4 | UNI-EN 13650:2002 (aqua regia) |
| Potassium (K _{Total}) (% dm) | 0,4 | 1,0 | UNI-EN 13650:2002 (aqua regia) |
| Ash (loss on ignition at 600°C) (% dm) | 8,0 | 22,0 | UNI-EN 13039:2002 (loss on ignition) |
| Particle size < 1,00 mm (%) | 29 | 56 | UNI-EN 15428:2008 |
| Particle size < 2,00 mm (%) | 60 | 77 | UNI-EN 15428:2008 |
| Particle size < 5,00 mm (%) | 97 | 96 | UNI-EN 15428:2008 |
| Particle size < 10,00 mm (%) | 100 | 100 | UNI-EN 15428:2008 |

La massa volumica apparente compattata di laboratorio evidenzia valori sostanzialmente diversi in quanto il carbone di pioppo è stato inumidito in fase di stoccaggio per evitare rischi di incendio, aspetto che ha agevolato la distribuzione in campo ed evitato problemi di eccessiva polverosità. Il pH, molto basico, per entrambi i prodotti, è più elevato nel carbone di conifere, mentre il dato di salinità è simile.

Il valore di carbonio "organico", sempre più elevato nel carbone di conifere, presenta differenze legate al metodo ed alla matrice: con il carbone di pioppo il metodo dell'ossidazione fornisce valori più alti rispetto al metodo della combustione, situazione opposta per il carbone di conifere.

La dotazione di macroelementi totali (N-P-K) è maggiore nel carbone di pioppo, aspetto in probabile relazione con il contenuto in ceneri (600°C), sempre più elevato nel carbone da pioppo. Visto nel carbone di conifere il minor valore di azoto totale ed il più alto di carbonio "organico", il valore di C/N risulta assai più elevato rispetto a quello del carbone di pioppo.

In relazione alla granulometria, il biochar di conifere presenta una distribuzione dimensionale più omogenea; pur presentando entrambi i prodotti più del 95% di materiale passante a 5 mm, il biochar di conifere presenta circa un 30% passante a 1 mm e un 60% passante a 2 mm, mentre il biochar di pioppo evidenzia una percentuale passante a 1 mm superiore al 55%.

In Tabella 2 si riportano i risultati delle analisi effettuate sui campioni di suolo a fine coltura.

Tabella 2 – Caratteristiche fisico-chimiche-biologiche dei suoli a fine coltura (valori medi, 2009).

| Parametro/tesi | Controllo | dev.st. | (*) | B. conifere | dev.st. | (*) | B. pioppo | dev.st. | (*) |
|--|-----------|---------|-----|-------------|---------|-----|-----------|---------|-----|
| pH in H ₂ O | 6,4 | 0,34 | a | 6,9 | 0,15 | ab | 7,3 | 0,21 | b |
| pH in CaCl ₂ | 5,7 | 0,58 | a | 6,3 | 0,13 | ab | 6,6 | 0,17 | b |
| Calcare totale (g kg ⁻¹) | 0 | 0,00 | a | 0 | 0,00 | a | 1 | 1,33 | a |
| TOC – Springer-Klee (g kg ⁻¹) | 16,6 | 1,07 | a | 55,7 | 6,62 | b | 40,6 | 16,3 | b |
| CO – Dumas (g kg ⁻¹) | 14 | 2,31 | a | 59 | 9,87 | b | 39 | 13,87 | b |
| CO - Walkley-Black (g kg ⁻¹) | 14 | 1,07 | a | 16 | 0,31 | a | 17 | 2,50 | a |
| N tot. – Dumas (g kg ⁻¹) | 1,5 | 0,12 | a | 1,53 | 0,1 | a | 1,8 | 0,21 | b |
| C/N (valori metodo Dumas) | 9,7 | 0,75 | a | 38,4 | 7,4 | c | 21,1 | 5,91 | b |
| HA+FA (g kg ⁻¹) | 6 | 0,52 | ab | 5 | 0,82 | a | 7 | 0,63 | b |
| HR (%) | 36 | 2,26 | b | 9 | 1,44 | a | 21 | 12,1 | a |
| DH (%) | 58 | 14,8 | a | 54 | 5,53 | a | 64 | 10,3 | a |
| HI | 0,8 | 0,40 | a | 0,8 | 0,20 | a | 0,6 | 0,20 | a |
| CSC in BaCl ₂ (meq 100g ⁻¹) | 15,6 | 0,08 | a | 17,0 | 0,66 | b | 16,6 | 0,98 | ab |
| Ca scambiabile (meq 100g ⁻¹) | 4,1 | 0,78 | a | 4,7 | 0,44 | ab | 6,0 | 0,80 | b |
| Mg scambiabile (meq 100g ⁻¹) | 0,6 | 0,17 | a | 0,5 | 0,10 | a | 0,7 | 0,08 | a |
| K scambiabile (meq 100g ⁻¹) | 0,4 | 0,04 | a | 0,6 | 0,09 | ab | 0,8 | 0,20 | b |
| Na scambiabile (meq 100g ⁻¹) | 0,0 | 0,01 | a | 0,1 | 0,03 | ab | 0,1 | 0,07 | b |
| GSB (%) | 32 | 6,03 | a | 34 | 3,37 | a | 46 | 5,13 | b |
| Mg/K | 1,4 | 0,29 | b | 0,9 | 0,00 | a | 1,0 | 0,21 | ab |
| ESP (%) | 0,1 | 0,07 | a | 0,5 | 0,15 | ab | 0,9 | 0,39 | b |
| P ₂ O ₅ Olsen (mg kg ⁻¹) | 210,0 | 30,51 | a | 213,0 | 25,54 | a | 232,0 | 25,15 | a |
| Salinità 1:5 (mS cm ⁻¹) | 0,0 | 0,01 | a | 0,0 | 0,0 | a | 0,1 | 0,01 | b |
| C biomassa (ppm C) | 83,4 | 17,09 | a | 77,2 | 24,17 | a | 81,0 | 26,14 | a |
| Respirazione basale (ppm C-CO ₂) | 6,3 | 1,75 | a | 8,9 | 1,83 | a | 9,8 | 2,29 | a |
| Respirazione cumulata (ppm C-CO ₂) | 246,0 | 35,95 | a | 287,0 | 31,39 | a | 284,0 | 49,37 | a |
| Quoziente metabolico (% h) | 0,3 | 0,11 | a | 0,5 | 0,05 | a | 0,6 | 0,33 | a |
| Quoziente di mineralizzazione (%) | 1,5 | 0,23 | b | 0,5 | 0,08 | a | 0,8 | 0,35 | a |
| Densità apparente secca (g l ⁻¹) | 1,3 | 0,06 | a | 1,1 | 0,13 | a | 1,1 | 0,11 | a |
| Ritenzione idrica a pF 1,5 (%) | 36,2 | 4,62 | a | 44,0 | 7,89 | a | 42,7 | 8,81 | a |
| Porosità capillare (%) | 45,8 | 3,45 | a | 46,8 | 2,81 | a | 48,1 | 5,04 | a |
| Macroporosità (%) | 4,0 | 1,46 | a | 11,3 | 4,36 | b | 4,2 | 2,16 | a |

(*): a lettere diverse corrispondono sulla riga valori significativamente differenti per P< 0,05 (Test di Duncan).

L'apporto di biochar al terreno ha incrementato moderatamente il valore di pH di partenza: mezzo punto nel caso del biochar di conifere e quasi un punto in quello di pioppo (quest'ultimo dato significativamente differente dal valore del controllo); questo risultato è attribuibile alla maggior presenza di ceneri nel carbone di pioppo, più che al valore del pH delle matrici stesse.

Anche il valore del carbonio "organico" (definito in tal modo in relazione al metodo analitico), quando determinato con analizzatore elementare o con il metodo dell'ossidazione a temperatura controllata, evidenzia un elevato incremento, con buona corrispondenza fra i due metodi. Al

contrario, il tradizionale metodo utilizzato sul suolo (ossidazione in assenza di controllo di temperatura) non permette di evidenziare differenze significative rispetto al controllo in quanto non in grado di determinare tutto il carbonio apportato dal biochar.

Il terreno ammendato con carbone di pioppo evidenzia un maggior contenuto di azoto totale; il rapporto C/N cresce notevolmente in entrambe le tesi trattate.

Il grado di umificazione (percentuale di acidi umici e fulvici sul carbonio organico estraibile) non presenta differenze fra i trattamenti, al contrario del tasso di umificazione (% delle componenti umiche estratte rispetto al carbonio organico totale) che mostra valori maggiori per le parcelle non trattate. Il dato si spiega in quanto la quota di acidi umici e fulvici estratta è risultata in sostanza uguale nelle diverse tesi sperimentali, a fronte di un valore di carbonio organico totale assai differente. L'indice di umificazione, generalmente prossimo a uno nei terreni con sostanza organica poco umificata (Sequi et al., 2006), mostra valori statisticamente non differenti fra le tesi.

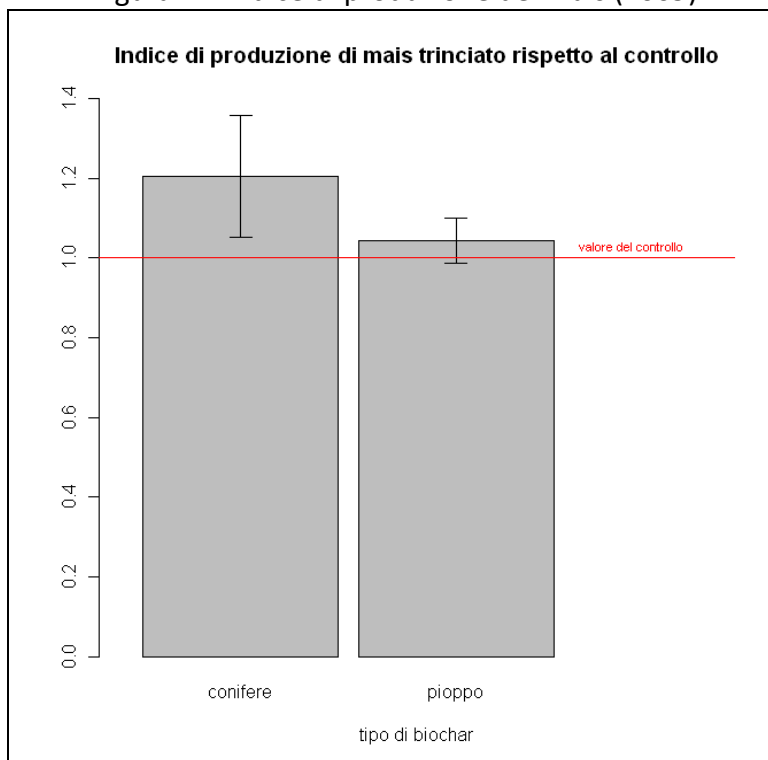
L'influenza sulla capacità di scambio cationico (aumento) da parte del carbone è evidente, significativo con quello di conifere. Gli elementi scambiabili vedono un aumento globale e significativo con biochar di pioppo (confermando i dati delle analisi riportate in Tab. 1), mentre il carbone di conifere influisce parzialmente solo sul potassio.

I dati biochimici, indicatori della fertilità biologica (Sequi et al., 2006), dopo meno di cinque mesi dalla distribuzione in campo, non denotano significative differenze per quanto riguarda carica microbica (carbonio biomassa microbica) e attività (respirazione). E' possibile inoltre evidenziare una diminuzione del quoziente di mineralizzazione (parametro che determina la velocità di mineralizzazione del carbonio da parte dei microrganismi) nelle parcelle in cui è stato distribuito carbone (anche questo dato influenzato dal valore alto di carbonio) e una tendenziale minor efficienza metabolica della biomassa (quoziente metabolico in valore assoluto più elevato). Il dato, influenzato dai valori leggermente più alti di respirazione basale delle parcelle trattate, starebbe a indicare una bassa efficienza energetica dei microrganismi del suolo (utilizzo dell'energia per il proprio mantenimento più che per lo sviluppo), dovuto sostanzialmente alla modifica delle condizioni ambientali introdotte dal biochar. Infatti, questo quoziente aumenta anche a fronte di situazioni temporanee di stress o a seguito di laute concimazioni e fertilizzazioni (Sequi et al., 2006).

I parametri fisici evidenziano un'effettiva differenza del dato di macroporosità per le parcelle trattate con biochar di conifere.

La resa del mais prodotto è stata valutata calcolando un indice di crescita produttiva (sulla biomassa secca - ICP), ponendo pari a 1 la performance delle parcelle di controllo. In figura 1 si riportano e rappresentano graficamente gli indici calcolati e il risultato dell'analisi statistica, che non evidenzia differenze significative malgrado si possa notare, in valore assoluto, una maggiore produzione nelle parcelle trattate con biochar di conifere.

Figura 1 – Indice di produzione del mais (2009)



CONCLUSIONI

La prova in campo su mais ha previsto dosaggi significativamente elevati. Considerando le diverse umidità e densità dei materiali utilizzati, il quantitativo in sostanza secca distribuito è sostanzialmente pari a 130 t s.s. ha⁻¹ per il carbone di conifere e 135 t s.s. ha⁻¹ per quello di pioppo; tuttavia i risultati ottenuti non sono negativi.

Nella letteratura mondiale (Lehman et al., 2009) è possibile reperire diverse, talora contrastanti, indicazioni di quantitativi ottimali e massimi di biochar applicabili al terreno al fine di ottenere produzioni significativamente maggiori (o perlomeno non inferiori). Si ritiene, anche sulla base della presente esperienza, che non sia possibile fornire un dato ideale univoco, in quanto molte sono le variabili in gioco, in primis la biomassa di partenza, le condizioni di processo, i differenti ambiente pedo-climatici, la specie coltivata.

Da test di fitotossicità effettuati su lattuga con i medesimi prodotti (Valagussa et al., 2010) i dosaggi ottimali risultavano inferiori rispetto a quelli utilizzati.

La distribuzione e lavorazione del biochar è stata più agevole nel caso di materiale umido (biochar di pioppo al 50% di U.R.).

Positivi effetti si sono ottenuti, oltre che per la dotazione di carbonio, sulla CSC e, in particolare con carbone di conifere, sui parametri fisici di ritenzione idrica e porosità; essendo il terreno a tessitura franco-limoso, la maggiore dimensione granulometrica del carbone di conifere ha sortito una maggior aerazione del terreno. Il carbone influisce il dato di pH, aspetto da considerarsi positivo per i terreni acidi; l'influenza è data non tanto dal valore di pH del carbone, quanto dal suo contenuto in ceneri. Il carbone di pioppo incrementa anche la dotazione di elementi, in particolare di azoto.

TITOLO

CARATTERIZZAZIONE FISICO-CHIMICA, TEST DI GERMINAZIONE E DI CRESCITA DI BIOCHAR OTTENUTI DA PROCESSO DI GASSIFICAZIONE

AUTORI - ENTI APPARTENENZA

Valagussa, M^a, Pozzi, A^b

^aMAC - Minoprio Analisi e Certificazioni S.r.l. – Vertemate con Minoprio (CO) - Italia

^bAGT – Advanced Gasification Technology S.r.l. – Arosio (CO) - Italia

SEDE RICERCA/SPERIMENTAZIONE

Lombardia (IT)

ANNO/I PROVA

2010-2011

OBIETTIVI

Scopo del presente lavoro è stato verificare se il carbone vegetale ottenuto da un processo termochimico di gassificazione pirolitica possieda caratteristiche tali da essere assimilabile al biochar prodotto da pirolisi e, conseguentemente, chiarire se esso sia idoneo a un utilizzo quale ammendante nel suolo per incrementarne la fertilità.

Una caratterizzazione di base dei principali parametri fisico-chimici è stata condotta su 5 tipologie di carbone vegetale ottenuti da gassificazione.

Le matrici utilizzate sono state: legno di conifera, legno di pioppo, paglia di frumento, sansa d'oliva, vinaccia.

Inoltre test di germinazione e di fitotossicità sono stati condotti al fine di valutare eventuali aspetti fitotossici sulla crescita dei vegetali ed individuare dosi ottimali di apporto al suolo.

METODI

Le differenti biomasse sono state gassificate in un impianto di gassificazione pirolitica di tipo a letto fisso, down-draft, open core. Il reattore consiste infatti di un letto fisso, il combustibile (la biomassa), attraverso il quale fluisce il gassificante, cioè l'aria comburente, in equi-corrente.

Al suo interno il materiale carbonioso subisce processi diversi, dapprima il completamento dell'essiccazione, in seguito la pirolisi, la combustione e da ultimo la gassificazione.

Il risultato è un gas combustibile di basso potere calorifico, altrimenti detto syngas, di composizione variabile ma tipicamente composto di una miscela contenente N₂ (53,1 %), CO₂ (13,1 %), CO (16,6 %), H₂ (14,0 %) e CH₄ (3,2 %), utilizzato previo raffreddamento e pulizia mediante filtrazione elettrostatica, per l'alimentazione di gruppi generatori elettrici equipaggiati con motori endotermici.

Nel corso del processo di riduzione (gassificazione), si genera polvere di carbone, la quale, impedendo il regolare passaggio del syngas nel reattore, è allontanata e separatamente raccolta mediante un sistema idoneo.

Sui carboni, prodotti nel corso del 2010 e 2011, sono state portate a termine analisi di laboratorio al fine di verificare i parametri chimici e fisici di principale interesse agrario e ambientale e prevederne il comportamento nel suolo. Sulla base delle precedenti esperienze analitiche, le determinazioni di laboratorio hanno approfondito i seguenti parametri: granulometria, reazione (pH), conduttività (salinità), elementi solubili in acqua (azoto, fosforo, potassio, calcio, magnesio, sodio), carbonio, ceneri, azoto totale, fosforo totale, potassio totale.

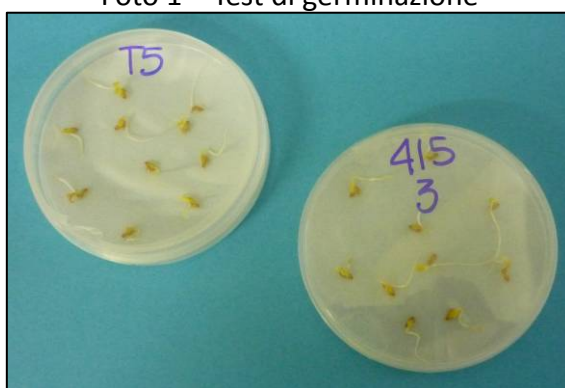
In relazione al contenuto di carbonio è stato utilizzato il metodo Dumas, ovvero combustione a secco mediante analizzatore elementare con sottrazione del carbonio dovuto alla presenza di carbonati.

Per il resto delle determinazioni si è optato per metodiche ufficiali europee oggi disponibili per gli ammendanti (UNI-EN).

Le metodiche EN sugli ammendanti prevedono per la determinazione di pH, salinità ed elementi solubili in acqua una preparazione standard del campione per la determinazione della massa volumica apparente compattata di laboratorio, dato successivamente utilizzato per le estrazioni in acqua in rapporto matrice:acqua 1:5 v/v. Questo valore viene determinato su campione fresco, omogeneizzato manualmente senza influire sulla granulometria del prodotto. Viene utilizzato un cilindro misuratore di dimensioni e volume noti (volume pari a 1.000 ml \pm 30 ml, diametro interno di 100 mm \pm 1 mm e altezza di 127 \pm 1 mm), provvisto di collare e imbuto di riempimento; si riempie il sistema cilindro-collare-imbuto con la matrice da utilizzare, si asporta l'imbuto, si livella la superficie con una lama tagliente, si applica per 180 secondi uno stantuffo avente massa di 650 g, si rimuovono stantuffo e collare, si livella nuovamente fino alla superficie superiore del cilindro, si pesa il suo contenuto, ottenendo il valore di massa volumica apparente compattata di laboratorio. Tutte le analisi fisico-chimiche sono state condotte in più repliche, determinando per i valori medi il coefficiente di variazione.

Oltre alla caratterizzazione fisico-chimica, allo scopo di valutare eventuale presenza di componenti fitotossiche è stato condotto un test di germinazione con crescita (*Lepidium sativum* L.) (riferimento norma UNI 10780:1998).

Foto 1 – Test di germinazione



Un campione di estratto acquoso di carbone viene diluito al 30% in volume (in accordo al D.lgs. 75/2010, allegato 2) ed utilizzato per inumidire carta da filtro posta in capsule Petri (5) dove 10 semi di crescione/capsula vengono posti a germinare a 27°C. Dopo 24 ore dal numero di semi germinati e dalla lunghezza radicale si determina l'indice di germinazione in confronto con la tesi controllo (solo acqua demineralizzata). Un indice di germinazione così calcolato inferiore al 60% indica possibile presenza di composti fitotossici.

Sui carboni che hanno ottenuto un buon esito con il test di germinazione è stato implementato il test di fitotossicità (Regione Lombardia, 2003), che prevede la coltivazione in ambiente controllato di una specie indicatrice (lattuga – *Lactuca sativa* L.) utilizzando un substrato di base con aggiunta di aliquote crescenti della matrice oggetto di studio.

Nello specifico, a un substrato base suolo-simile (composto da sabbia quarzifera neutra, bentonite calcica, torba bionda di sfagno, terreno franco a reazione neutra) impiegato come test di controllo, sono state aggiunte quantità di carbone vegetale corrispondenti rispettivamente a una distribuzione in pieno campo di 23, 45, 68 e 90 t ha⁻¹ (prodotto tal quale con umidità del 6 % in peso). Semi di lattuga sono stati fatti germinare su sabbia in semenzaio. Per ogni tesi sono stati

preparati 4 vasetti da 250 ml riempiti del substrato di crescita con i diversi dosaggi di carbone previsti. Alla formazione della prima foglia vera in ogni vasetto sono state trapiantate 3 piantine; al termine tutti i vasetti sono stati fertirrigati. Tutte le tesi sono state successivamente fertirrigate con 10 ml di soluzione concimante preparata appositamente (0,115 g di diidrogenofosfato di calcio, 0,655 g solfato di ammonio, 0,308 g di solfato di potassio in soluzione acquosa finale di 1000 ml). La coltivazione è stata effettuata per 21 giorni in camera di crescita a temperatura di 25°C in presenza di luce). A fine ciclo è stata determinata la produzione aerea fresca e secca di ciascun vaso. I valori rilevati sono stati elaborati statisticamente e la valutazione dell'andamento dose-effetto è stata espressa in relazione alla produzione della tesi di controllo (indice di crescita). Tutti i dati sono stati elaborati statisticamente mediante analisi della varianza con procedura dei confronti multipli di Duncan ($P < 0,05$) per discriminare le medie. L'interpretazione dei risultati prevede 6 classi di giudizio di idoneità all'utilizzo agricolo verificando le produzioni medie secche del substrato trattato rispetto al controllo non trattato:

- 1) N1 – non idoneo: tutte significativamente inferiori al controllo;
- 2) N2 – non idoneo: in parte uguali ed in parte significativamente inferiori al controllo;
- 3) P1 – idoneo: in parte significativamente superiori e solo relativamente ai dosaggi più elevati uguali o inferiori al controllo;
- 4) P2 – idoneo: tutte significativamente uguali al controllo;
- 5) P3 – idoneo: tutte significativamente superiori al controllo;
- 6) P4 – idoneo: in parte uguali ed in parte significativamente superiori al controllo.

RISULTATI

In tabella I risultati della caratterizzazione delle principali proprietà fisico-chimiche.

Tutti i biochar presentano una granulometria inferiore a 5 mm. I biochar di conifere, vinaccia e sansa d'oliva presentano un dimensionamento distribuito equamente fra 1, 2 e 5 mm, mentre quelli di pioppo e paglia risultano maggiormente fini (più del 90% minore di 2 mm e più del 70% inferiore a 1 mm).

Grafico 1 – curve granulometriche biochar 2010-2011

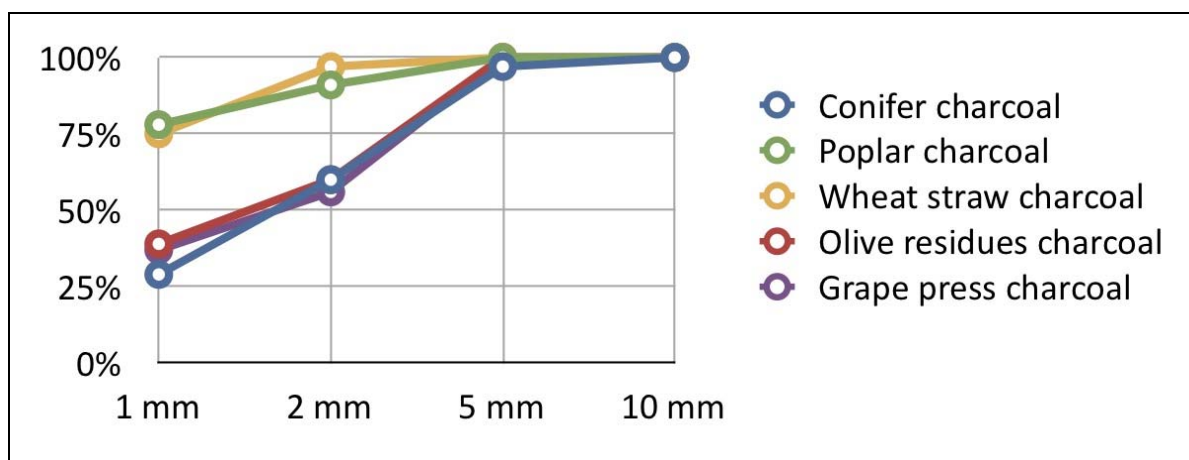


Tabella 1 – risultati analisi fisico-chimiche biochar 2010-2011 (*)

| Parameters | Measure unit | Reference method | Conifer biochar | Poplar biochar | Wheat straw biochar | Marc biochar | Olive residues biochar |
|----------------------------|-----------------------|------------------|-----------------|----------------|---------------------|--------------|------------------------|
| Particle size <1,0 mm | % | EN15428:2008 | 36 | 78 | 75 | 39 | 37 |
| Particle size <2,0 mm | % | EN15428:2008 | 64 | 91 | 97 | 60 | 56 |
| Particle size <5,0 mm | % | EN15428:2008 | 97 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Particle size <10,0 mm | % | EN15428:2008 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Compact. bulk density | g l ⁻¹ fm | EN13040:2002 | 222 | 252 | 118 | 341 | 268 |
| Humidity | % | EN13040:2008 | 6,2 | 23,3 | 0,1 | 2,3 | 6,8 |
| pH (H2O) | pH unit | EN13037:2002 | 11,0 | 10,6 | 11,3 | 11,8 | 9,9 |
| Salinity | mS m ⁻¹ | EN13038:2002 | 38 | 121 | 115 | 710 | 194 |
| Nitrate (Water soluble) | mg l ⁻¹ fm | EN13652:2001 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 | <5,0 |
| Ammonium (Water soluble) | mg l ⁻¹ fm | EN13652:2001 | 29,8 | 27,0 | 29,4 | 48,2 | 27,3 |
| Potassium (Water soluble) | mg l ⁻¹ fm | EN13652:2001 | 307,5 | 2.050,0 | 1.475,0 | 10.250,0 | 3.250,0 |
| Phosphorus (Water soluble) | mg l ⁻¹ fm | EN13652:2001 | < 0,5 | 107,1 | 9,2 | 52,0 | 50,5 |
| Calcium (Water soluble) | mg l ⁻¹ fm | EN13652:2001 | 49,5 | 30,0 | 3,0 | 62,5 | 30,0 |
| Magnesium (Water soluble) | mg l ⁻¹ fm | EN13652:2001 | 6,0 | 10,5 | 2,0 | 1,5 | 4,0 |
| Sodium (Water soluble) | mg l ⁻¹ fm | EN13652:2001 | 22,5 | 22,5 | 57,5 | 32,5 | 47,5 |
| Total carbon | % dm | EN13654-2:2001 | 81,1 | 67,3 | 61,1 | 62,1 | 68,5 |
| C/N | - | - | 162,2 | 42,1 | 76,4 | 34,5 | 68,5 |
| Nitrogen (Total) | % dm | EN13654-2:2001 | 0,5 | 1,6 | 0,8 | 1,8 | 1,0 |
| Phosphorus (Total) | % dm | EN13650:2002 | < 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | 0,1 |
| Potassium (Total) | % dm | EN13650:2002 | 0,4 | 1,8 | 2,8 | 7,0 | 2,6 |
| Ash550°C | % dm | EN13039:2002 | 3,8 | 15,8 | 25,0 | 23,3 | 10,8 |

(*): valori medi – coefficiente di variazione inferiore a 0,5

La massa volumica apparente compattata di laboratorio presenta valori compresi fra 118 g/l (biochar di paglia) e 341 g/l (biochar di vinaccia); il dato è poco influenzato dal valore di umidità, se non solo per il biochar di pioppo (umidità oltre il 20%). E possibile affermare che a parità di umidità, i biochar più grossolani pesano maggiormente.

I valori di pH risultano alti; 9,9 il dato più basso per il biochar di sansa d'oliva.

La salinità è risultato essere un parametro che differenzia sostanzialmente i biochar oggetto di studio; molto bassa nel biochar di conifere (valore assimilabile ad un substrato per ortoflorovivaismo), mediamente elevata nei biochar di pioppo, paglia e sansa d'oliva (fra 100 e 200 mS/m), raggiunge valori preoccupanti nel biochar di vinaccia (> 700 mS/m). Il dato di salinità è strettamente correlato al valore degli elementi solubili in acqua, in particolare con il potassio, mentre non lo è con il valore in ceneri, quest'ultimo compreso fra quasi il 4% (biochar conifere) ed il 25% (biochar di paglia).

Il dato di carbonio totale è corretto per il carbonio derivante da carbonato (molto basso in tutti i campioni); i biochar analizzati presentano valori compresi sommariamente fra il 60 ed l'80%; il biochar da legno di conifere presenta il valore più alto, mentre biochar di paglia e di vinaccia il più basso.

Fra lo 0,5 (biochar di conifere) e l'1,8% (biochar di vinaccia) il dato dell'azoto totale, con conseguenti valori di C/N generalmente alti; tuttavia il dato di C/N non deve preoccupare in termini di immobilizzazione dell'azoto quando il biochar è apportato al suolo, essendo gran parte del carbonio presente difficilmente utilizzabile dai microrganismi del terreno.

Il fosforo totale è generalmente basso, mentre maggiore è la variabilità del potassio totale, tendenzialmente correlato al valore dello stesso elemento solubile in acqua.

In Tabella 2 si riportano i risultati della determinazione di alcuni possibili inquinanti, nello specifico idrocarburi pesanti e idrocarburi policiclici aromatici (IPA).

Tabella 2 – risultati analisi inquinanti 2010-2011

| Parameters | Measure unit | Reference method | Conifer biochar | Poplar biochar | Wheat straw biochar | Marc biochar | Olive residues biochar |
|----------------------|------------------------|------------------|-----------------|----------------|---------------------|--------------|------------------------|
| Heavy hydrocarbons | mg kg ⁻¹ dm | ISO 16703:2004 | 52,0 | 45,0 | 50,0 | 48,0 | 63,0 |
| Pyrene | mg kg ⁻¹ dm | EN 15527:2008 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 |
| Benzo(a)pyrene | mg kg ⁻¹ dm | EN 15527:2008 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 |
| Benzo(e)pyrene | mg kg ⁻¹ dm | EN 15527:2008 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 |
| Benzo(a)anthracene | mg kg ⁻¹ dm | EN 15527:2008 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Benzo(b)fluoranthene | mg kg ⁻¹ dm | EN 15527:2008 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Benzo(k)fluoranthene | mg kg ⁻¹ dm | EN 15527:2008 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Benzo(j)fluoranthene | mg kg ⁻¹ dm | EN 15527:2008 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 | < 0,05 |
| Benzo(g,h,i)perylene | mg kg ⁻¹ dm | EN 15527:2008 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 |
| Chrysene | mg kg ⁻¹ dm | EN 15527:2008 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 | < 0,50 |
| Dibenzo(a,e)pyrene | mg kg ⁻¹ dm | EN 15527:2008 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 |
| Dibenzo(a,h)pyrene | mg kg ⁻¹ dm | EN 15527:2008 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 |
| Dibenzo(a,i)pyrene | mg kg ⁻¹ dm | EN 15527:2008 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 |
| Dibenzo(a,l)pyrene | mg kg ⁻¹ dm | EN 15527:2008 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 |
| Dibenzo(a,h)anthrac. | mg kg ⁻¹ dm | EN 15527:2008 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 |
| Indenopyrene | mg kg ⁻¹ dm | EN 15527:2008 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 |

I dati evidenziano valori molto positivi; tuttavia, soprattutto in relazione agli IPA, si ritiene interessante, in futuro, effettuare eventuali indagini su vegetali coltivati in suoli inquinati e non dove venga apportato del biochar a differenti livelli di contaminazione.

Il test relativo all'indice di germinazione ha fornito risultati positivi in tutti i campioni, ad eccezione del biochar di vinaccia, che ha ottenuto un valore dell'indice inferiore al 60% (Tabella 3).

Tabella 3 – indice di germinazione

| Germination index | |
|--------------------------|------|
| Conifer biochar | 147% |
| Poplar biochar | 97% |
| Wheat straw biochar | 99% |
| Grape press biochar | 95% |
| Olive residues biochar | 55% |

Questo risultato negativo può essere ricondotto sia a composti organici fitotossici presenti nella vinaccia, sia più semplicemente all'elevato valore della salinità. Molto positivo il dato ottenuto dal biochar di conifere.

Il test di fitotossicità su lattuga, effettuato sui campioni che hanno avuto esito positivo per l'indice di germinazione, ha fornito risultati incoraggianti e diversificati.

In Tabella 4 si riportano i trattamenti effettuati in laboratorio e le corrispondenti dosi di applicazione in campo.

In Tabella 5 gli esiti del test secondo la classificazione descritta nel paragrafo dei metodi applicati.

Tabella 4 – dosi di utilizzo del biochar

| g fresh biochar kg⁻¹ soil | field application (Mg ha⁻¹) |
|---|---|
| 0 | 0 |
| 5 | 23 |
| 10 | 45 |
| 15 | 68 |
| 20 | 90 |
| 40 | 180 |

Tabella 5 – risultati test fitotossicità

| Lettuce growing test | |
|-----------------------------|----|
| Conifer biochar | P1 |
| Poplar biochar | P4 |
| Wheat straw biochar | P1 |
| Olive residues biochar | P2 |

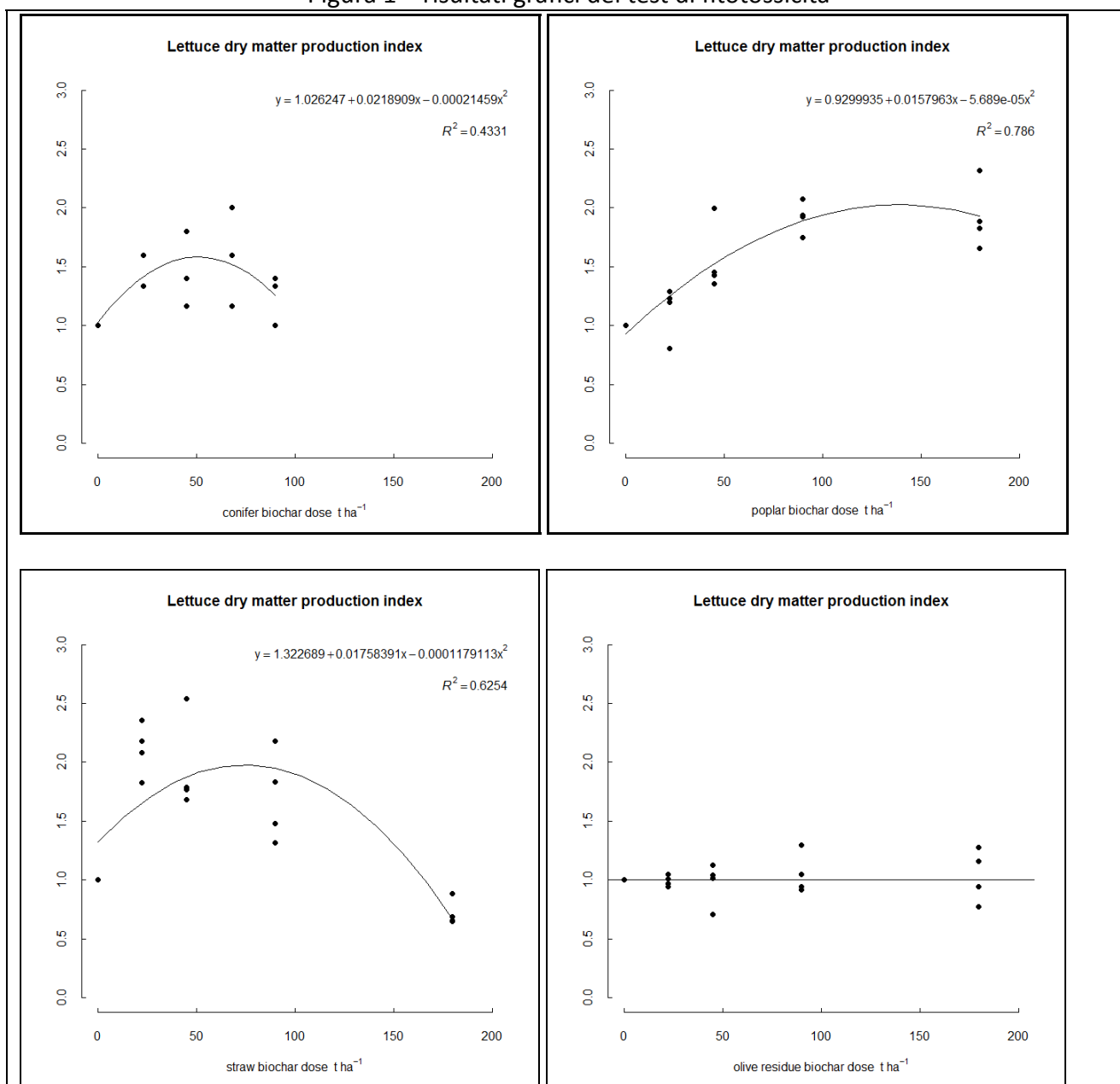
Il biochar di conifere e quello di paglia hanno fornito risultati significativamente superiori al controllo per i dosaggi meno elevati (inferiori a 90 t/ha).

Il biochar di pioppo ha fornito risultati significativamente positivi rispetto al controllo solo ai dosaggi più elevati (90-180 t/ha).

Infine, il biochar di sansa non ha fornito alcun effetto, in quanto gli esiti risultano statisticamente uguali a quelli del controllo.

In Figura 1 i risultati grafici dei singoli trattamenti.

Figura 1 – risultati grafici del test di fitotossicità



CONCLUSIONI

I risultati confermano l'influenza che la biomassa di origine ha sulle proprietà finali del carbone prodotto con processo di gassificazione pirolitica. La caratterizzazione fisico-chimica ed i test di fitotossicità hanno fornito indicazioni molto positive sul possibile utilizzo di questo carbone (biochar) come ammendante del suolo per incrementarne la fertilità agronomica; solo il carbone da vinaccia non ha fornito esiti positivi con il test di germinazione; le cause saranno oggetto di indagine. La ricerca nel biochar di idrocarburi policiclici aromatici ha evidenziato l'assenza di livelli pericolosi. Sperimentazioni sono tuttora in corso su biochar prodotti da altre matrici e sulla determinazione della frazione labile del carbonio presente.

PRINCIPALE BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

A seguire i principali riferimenti bibliografici utilizzati per la presente pubblicazione, oltre a quelli già citati nel capitolo della Ricerca Internazionale.

Per un più ampio elenco è possibile consultare la bibliografia riportata nel documento della JRC (Biochar Application to Soils - A Critical Scientific Review of Effects on Soil Properties, Processes and Functions – JRC European Commission – 2010 – Verheijen, F. et al) o consultare il sito di ICHAR.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, (1986). Wood gas as engine fuel. FAO Forestry Paper 72.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, (1983). Simple Technologies for charcoal making. FAO Forestry Paper 41.

GLASER, B., LEHMANN, J., ZECH, W., (2002). Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal – A review. *Biology and Fertility of Soils*, 35: 219-230.

LEHMANN J., JOSEPH S., (2009). *Biochar for Environmental Management*. Earthscan, UK.

LEHMANN, J., GAUNT J., RONDON M., (2006). Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems – A review. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 11: 403-407.

POZZI, A., VALAGUSSA, M. (2011)- Chemical-physical characterization, bioassay and germination tests on different charcoal from gasification process. Edimburgh, May 25-26th, 2011

SOHI, S., LOPEZ-CAPEL, E., KRULL, E., BOL, R. - Biochar, climate change and soil: a review to guide future research - CSIRO Land and Water Science Report 05/09 - February 2009

VALAGUSSA, M., POZZI, A., TOSCA, A., (2010). Gassificazione delle biomasse: utilizzo del biochar nella gestione agricola e ambientale. Seminario tecnico nell'ambito del 'Progetto Biomasse', EIMA Energy, Bologna, 12 novembre.

VALAGUSSA, M., POZZI, A., (2011). Biochar from gasification process: physico-chemical properties, polycyclic aromatic and heavy idrocarbons burden, bioassay. European Biochar Symposium – Halle (Saale) – 26-27-09-11

VERHEIJEN, F., JEFFERY, S., BASTOS, A.C., VAN DER VELDE, M., DIAFAS, I. - Biochar Application to Soils - A Critical Scientific Review of Effects on Soil Properties, Processes and Functions – JRC European Commission – 2010

IBI – International Biochar Initiative - www.biochar-international.org

ICHAAR – Associazione Italiana Biochar – www.ichar.org

Un sincero ringraziamento dagli autori a Marcello Parisini, docente in fitopatologia presso il Centro di Formazione Professionale della Fondazione Minoprio (CO): grazie ad un suo prezioso "input" siamo salpati per questa intrigante e nuova esperienza professionale.



Regione Lombardia
Agricoltura

Realizzato con il contributo di Regione Lombardia - DG Agricoltura nell'ambito dell'attività "Monitoraggio e divulgazione di interventi di fitodepurazione, fasce tampone boscate, coltivazioni a ciclo breve e biomasse in regione Lombardia "