

# Conoscenza del suolo per una fertilizzazione sostenibile



Analisi e monitoraggio a supporto degli interventi agro-climatico-ambientali dello Sviluppo Rurale

venerdì 25 ottobre 2018 – San Michele all'Adige (TN)

# Analisi di matrici organiche e ammendanti il biochar



Massimo Valagussa, dottore agronomo Minoprio Analisi e Certificazioni S.r.l. Vertemate con Minoprio (CO)









### **TERMINOLOGIA**

Fonte: A. Pozzi, 2011



### Definizione di carbone vegetale:

combustibile prodotto dalla carbonizzazione di materiale organico vegetale attraverso processo di combustione in carenza/assenza di ossigeno (pirolisi)

#### **Definizione di biochar:**

carbone vegetale prodotto specificatamente per l'utilizzo agronomico e ambientale attraverso l'applicazione al suolo: deve possedere definite proprietà







#### TERRA PRETA E BIOCHAR

Oxisols < 2% sostanza organica



Terra Preta 14% sostanza organica



Civiltà indigene pre-colombiane tra 2400 - 600 anni fa







#### TERRA PRETA E BIOCHAR



WG Sombroek, 1966
Amazzons dark soil

L. Lehmann, 2007 Articolo su Nature



Vol 447|10 May 2007

nature

#### COMMENTARY

#### A handful of carbon

Locking carbon up in soil makes more sense than storing it in plants and trees that eventually decompose, argues **Johannes Lehmann**. Can this idea work on a large scale?



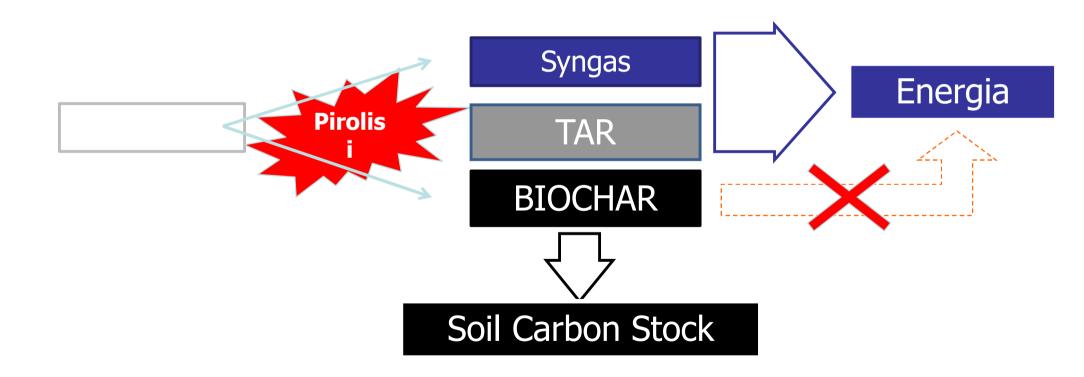






#### IL PROCESSO DELLA PIROLISI

Fonte: L. Genesio, CNR-Ibimet/ICHAR, 2016



Modifica del ciclo del carbonio!!!

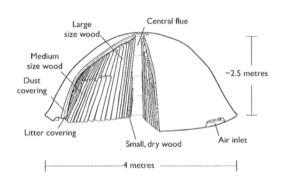




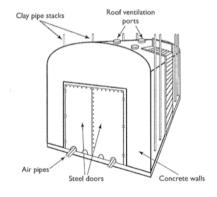


#### PIROLISI E PIROGASSIFICAZIONE

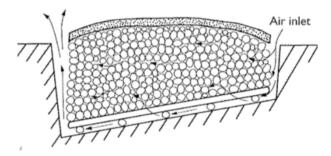
Fonte: A. Pozzi, 2011



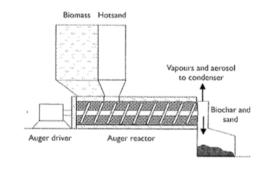
carbonaia tradizionale



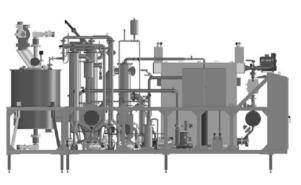
fornace "Missouri"



carbonaia a fossa



pirolizzatore a vite



gassificatore down-draft

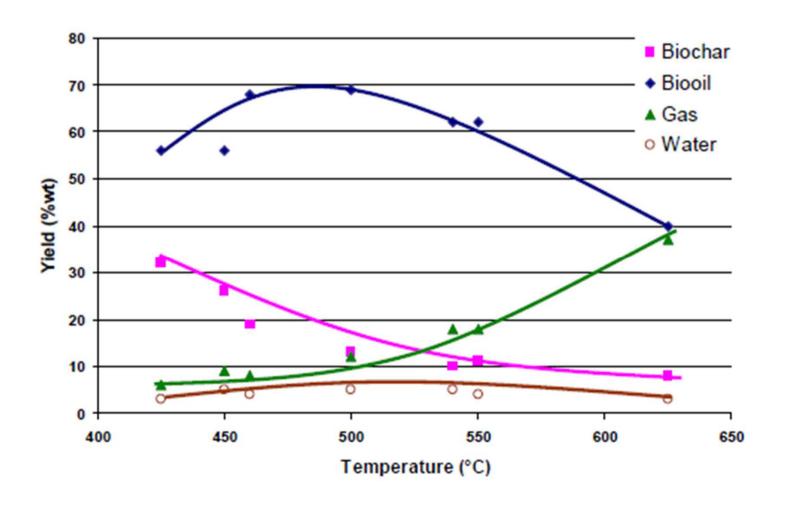






#### TEMPERATURA E PRODOTTI DELLA PIROLISI

Fonte: IEA, 2007









### Potenziali benefici del sistema biochar









#### LA MATRICE BIOCHAR

Composto "organico" eterogeneo, costituito essenzialmente da carbonio (fino a oltre il 90%), del quale una quota chimicamente più labile (in genere non superiore al 10% e facilmente degradabile) e un'altra composta di anelli aromatici recalcitranti (resistenti alla decomposizione biologica), che rendono tale prodotto stabile nel tempo (da centinaia a migliaia di anni). Sono presenti inoltre acqua, sostanze volatili, ceneri e minerali (principalmente potassio, calcio, magnesio, fosforo, zolfo, silicio).



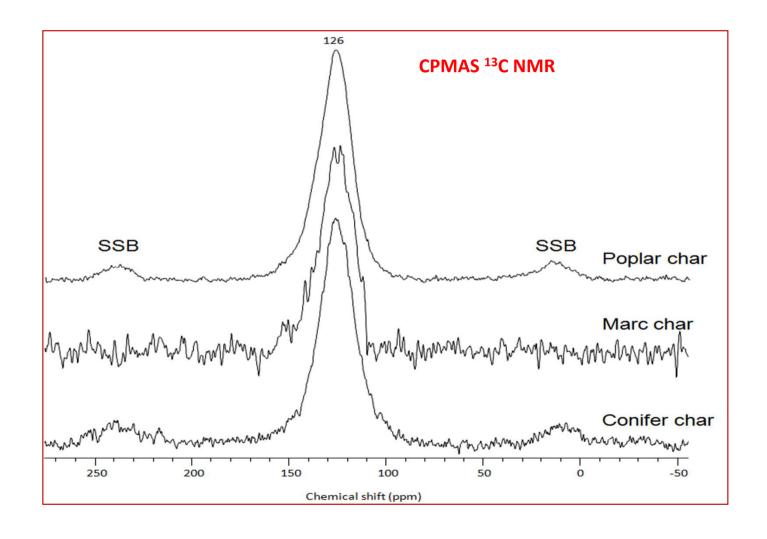






#### LA MATRICE BIOCHAR: ANALISI NMR

Fonte: P. Conte, Università Palermo, 2011



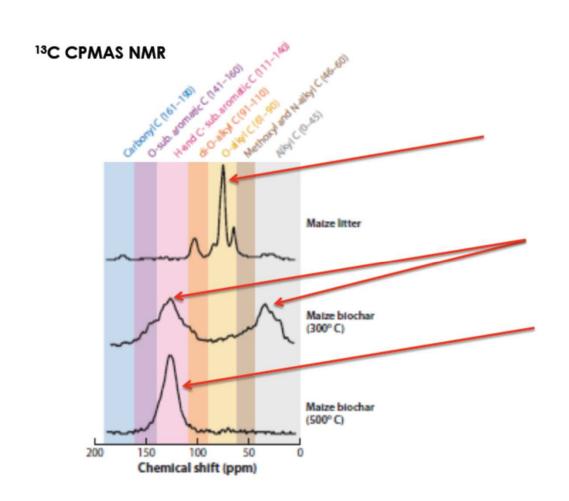


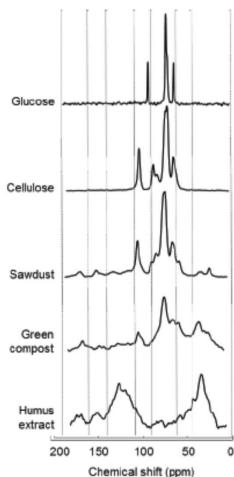


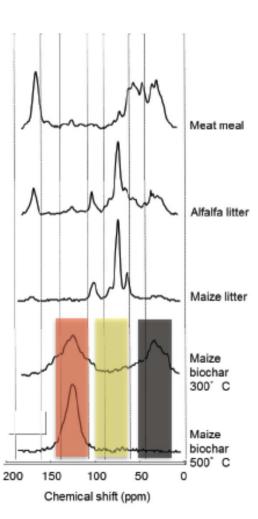


### LA MATRICE BIOCHAR: ANALISI NMR

Fonte: Bonanomi et al., Università Napoli Federico II, 2018







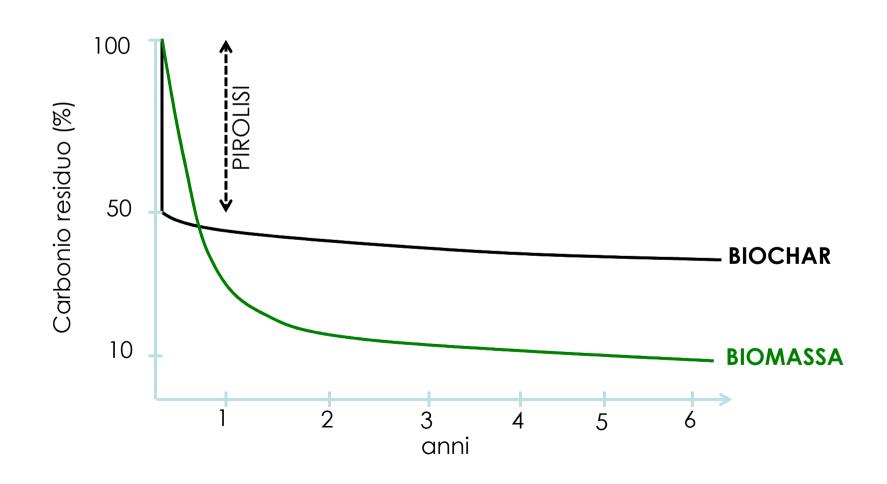






#### STABILITA' DEL BIOCHAR NEL SUOLO

Fonte: J. Lehmann, 2006 (adattato da L. Genesio, CNR Ibimet/ICHAR)



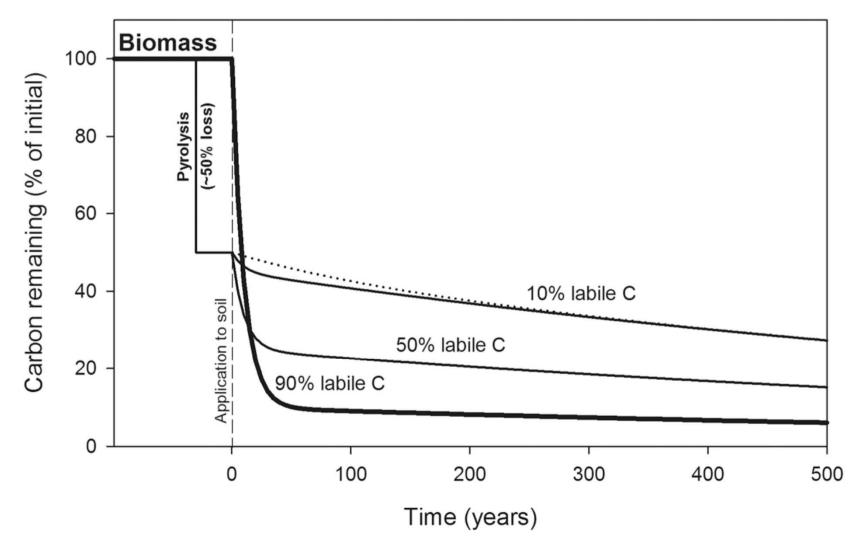






#### STABILITA' DEL BIOCHAR NEL SUOLO

Fonte: J. Lehmann ans S. Joseph, 2009



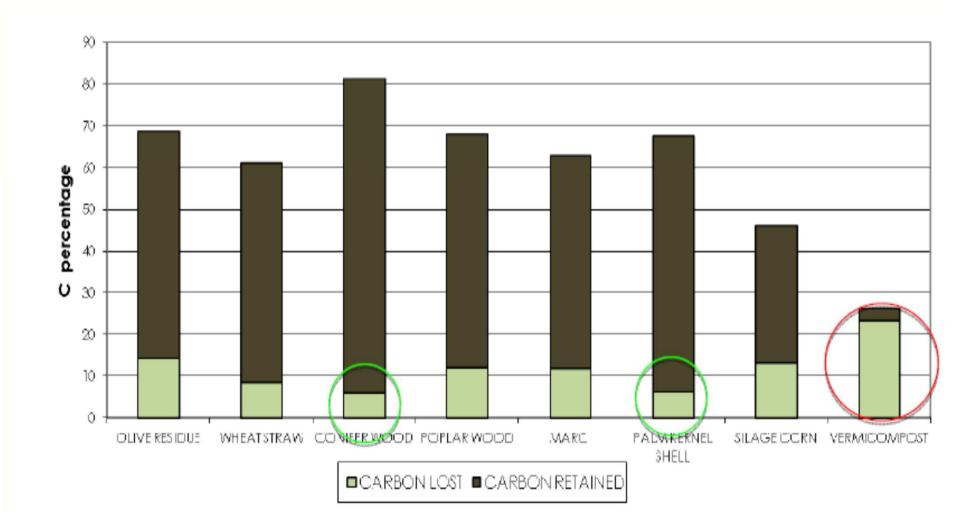






### STABILITA' DEL BIOCHAR NEL SUOLO

**Fonte: Fondazione Minoprio/MAC Minoprio, 2013** 



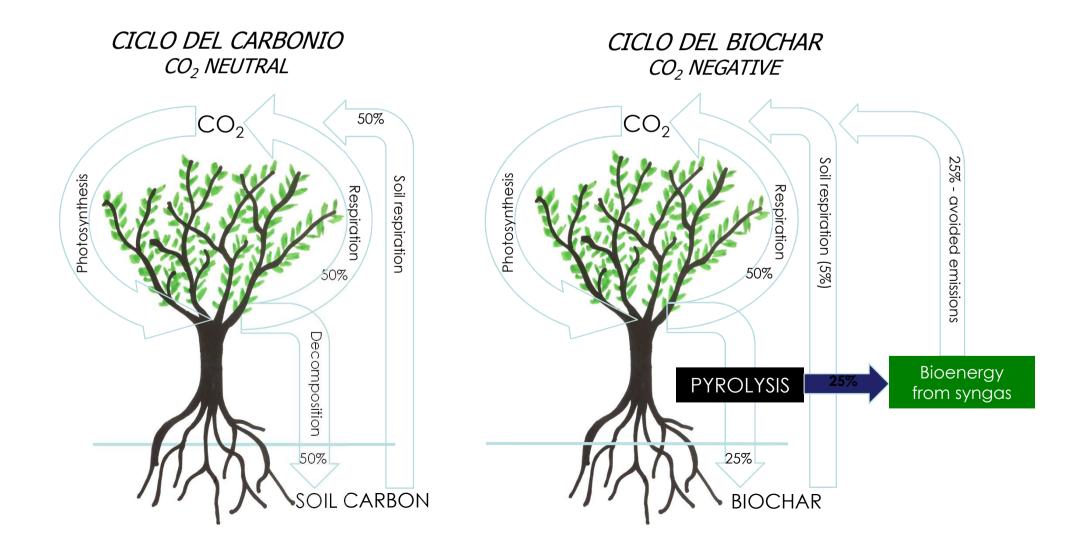






#### **BIOCHAR E AZIONE CARBON NEGATIVE**

Fonte: L. Genesio, CNR-Ibimet/ICHAR, 2016









#### ETEROGENEITA' DEL BIOCHAR

#### Il biochar può essere ottenuto da:

differenti tipologie di biomassa differenti processi (pirolisi, gassificazione, hydrotermal carbonisation)

#### A loro volta i processi possono essere diversi per:

temperatura applicata (300 - 900 °C e oltre) durata del processo (da pochi secondi ad alcuni minuti)

Risultato: differenti prodotti (biochar), che <u>non sempre</u> possono essere considerati idonei per applicazioni al suolo









### ETEROGENEITA' DEL BIOCHAR

Fonte: Novotny et al., 2016

	Precursor Car biomass I	Carbonization condensates		
	Slightly charred Char biomass	Charcoal	Soot	Graphene- like
Formation Temp.	— <350 °C ——	- 350-500 °C −	- >500 °C	
H/C	2.0 1.6	1.2 0.6	0.3	0.0
O/C	0.8 0.6	0.4 0.2	0.1	0.0
Size	← mm and larger	<b>→</b> ← mm	to nm —	$\rightarrow$ mm $\rightarrow$
Plant structures	Abundant Signification present	rew	None —	
Porosity				
Org. comp. sorption				
CEC				
Recalcitrance and Soft Lewis acid ads.				









- alta superficie di reazione (simile a quella dell'argilla)
  - porosità elevata (micro, meso e macro porosità)
    - capacità di ritenzione idrica significativa
- granulometria variabile (possibile presenza di polvere)
  - densità reale in genere compresa fra 1,5-2,1 g/cm<sup>3</sup>
- densità apparente in genere compresa fra 0,1-0,5 g/cm³
  - pH: da sub-acido a molto alcalino
  - carbonio "organico" anche > 90% s.s.
- carbonio labile in genere pari al 10% del carbonio presente
  - ceneri: da molto basse (< 10% s.s.) a medio-alte (60%)
    - capacità di scambio cationico e anionico significativa









Fonte: J. Ippolito, 2015

°C pirolisi	рН	CaCO <sub>3</sub> equivalente	Area superficiale (m²/g)	CSC (mmoli/kg)	
< 300	5,01	7,95	1,69	327	
300-399	7,60	13,7	65,36	371	
400-499	8,10	17,2	83,98	191	
500-599	8,71	15,6	112	283	
600-699	9,00	===	217	126	
700-799	9,83	21	176	39	
>800	10,8	===	214	44	
Tempo trattamento	рН	CaCO <sub>3</sub> equivalente	Area superficiale (m²/g)	CSC (mmoli/kg)	
veloce	8,38	===	69,38	28,8	
lento	8,50	14,9	124	250	







Valori medi di n. 33 campioni analizzati presso Fondazione Minoprio/MAC

parametro	valore medio	intervallo	riferimento compost
frazione granulometrica <10 mm	97	2-100	=
frazione granulometrica < 5 mm	87	9-100	=
frazione granulometrica < 2 mm	62	5-100	=
frazione granulometrica < 1 mm	32	1-79	=
umidità (% m/m)	21	0,01-62	40-50
densità apparente laboratorio (g/litro)	302	117-654	400-500
massima ritenzione idrica (% m/m)	75	37-86	=
pH H <sub>2</sub> O (unità pH)	10,1	5,3-12,3	8,0-8,5
salinità (mS/m)	175	4-1183	< 100









Valori medi di n. 33 campioni analizzati presso Fondazione Minoprio/MAC

parametro	valore medio	intervallo	riferimento compost	
ceneri 550°C (% s.s.)	15,3	2,2-53,3	=	
carbonio totale (% s.s.)	72,3	38,5-91,1	=	
carbonio organico (% s.s.)	71,3	34,6-91	25-30	
rapporto molare H:C <sub>org</sub>	0,2	0,1-0,5	=	
azoto totale (% s.s.)	0,99	0,3-2,3	1-2	
fosforo totale (% s.s.)	0,21	0,01-0,92	0,2-0,4	
potassio totale (% s.s.)	1,74	0,08-7,45	1-5	



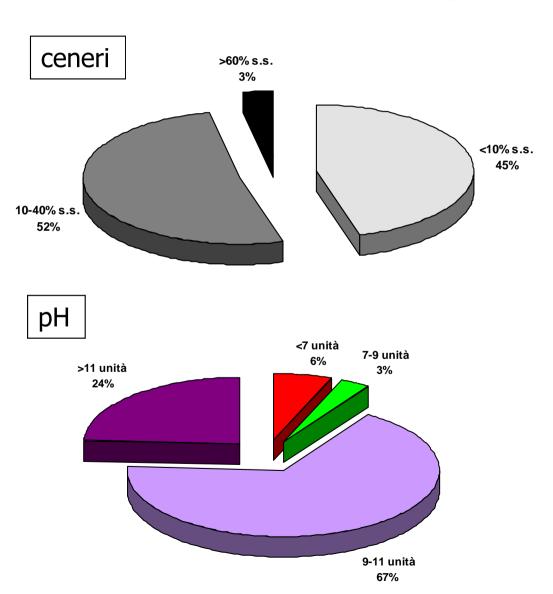


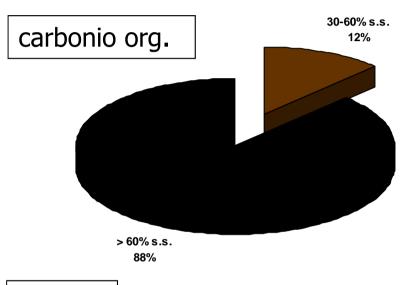


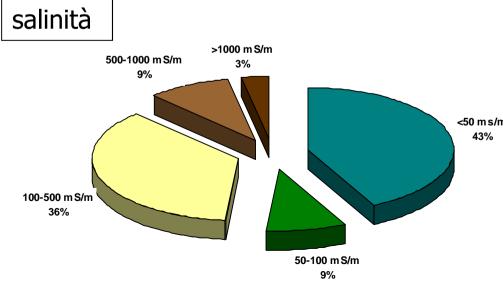


### Frequenze % in classi

Valori medi di n. 33 campioni analizzati presso Fondazione Minoprio/MAC





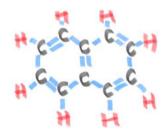








Il biochar può contenere sostanze contaminanti, ovvero sostanze indesiderate che, se superano determinati livelli di concentrazione, ne compromettono qualità e uso, in quanto potrebbe causare effetti negativi su ambiente e salute.



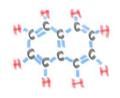
I contaminanti presente nel biochar possono essere più o meno mobili, ovvero migrare nell'aria (volatilizzazione) o nell'acqua (solubilizzazione)



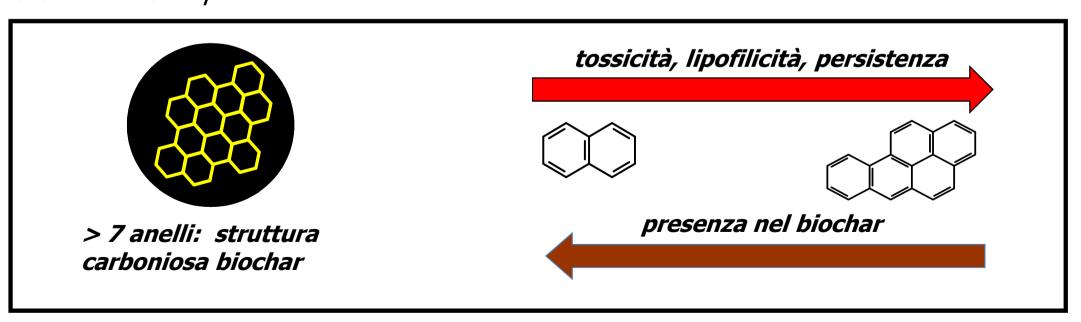




#### Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)



Composti organici che si formano dalla combustione/pirolisi di materiale organico. Costituiti da Carbonio e Idrogeno (lipofili), con gli atomi di carbonio legati fra di loro in anelli condensati aromatici (da 2 a 7 anelli benzenici) che conferiscono la caratteristica di persistenza.



Fonte: D. Fabbri, Università Bologna/ICHAR, 2017



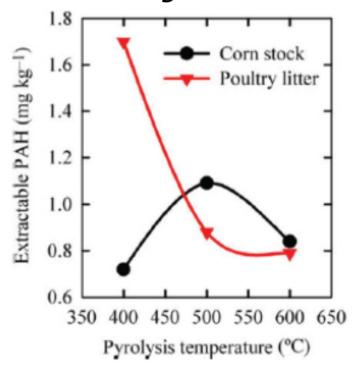




#### Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Fonte: Dutta et al., 2016

Le concentrazioni di IPA nel biochar sono influenzate dalla condizioni di pirolisi e dalla biomassa vegetale utilizzata.



#### Temperatura

<350°C

>550°C

350-550°C

#### Tempo di residenza

min

ore

#### Processo produttivo

Slow Pyrolysis<Intermediate
Gasification<Fast Pyrolysis

da comunicazione A.G. Rombolà, Università di Bologna, scuola Biochar 2018 - ICHAR



IPA	Numero CAS	Cancero geno per l'essere umano (IARC, 2016)	Princip ali inquin anti secon do l'EPA (USA)	PAH8, indicatori di presenza di IPA cancerogeni negli alimenti (EFSA, 2008)	Classificazio ne armonizzata secondo l'allegato VI del regolamento (CE) n. 1272/2008	Cancerogenicità secondo la banca dati dell'inventario C&L (autoclassificazio ne) dell'ECHA

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X

X (carc.1B)



#### Fonte: **DFI-UFSP** CH, 2016

#### Crisene X (carc.1B) 193-39-5 X X Indeno(1,2,3,c,d)pirene 2B carc. 2 3 X X 191-24-2 non cancerogeno Benzo(a.h.i)perilene 27208-37-2A Ciclopenta(c,d)pirene non elencato 3 191-30-0 2A carc. 1B Dibenzo(a,I)pirene Dibenzo(a,i)pirene 189-55-9 2B carc. 2 (23 notifiche) o carc.1B (4) o non classificato (3) 5-metilcrisene 3697-24-3 2B carc. 2 (23 notifiche) o carc.1B (7) o non classificato (3) carc.1B (11 notifiche) Dibenzo(a,h)pirene 189-64-0 2B o carc. 2 (1) o non classificato (3) Naftalina 91-20-3 2B X X (carc. 2) Benzo(i)aceantrilene 202-33-5 2B non elencato Benzo(c)fenantrene 195-19-7 2B non cancerogeno (26 notifiche) o carc. 2 (7) 3 X 120-12-7 non cancerogeno Antracene (373 notifiche), carc. 2(1) 83-32-9 3 X non cancerogeno Acenaftene Fluorantene 206-44-0 3 X non cancerogeno 86-73-7 3 X Fluorene non cancerogeno 85-01-8 3 X Fenantrene non cancerogeno (442 notifiche), carc. 2(2)Pirene 129-00-0 X non cancerogeno 208-96-8 X Acenaftilene non cancerogeno

#### Classificazione dell'IARC:

Benzo(a)pirene

Benzo(a)antracene

Benzo(b)fluorantene

Benzo(j)fluorantene

Benzo(k)fluorantene

Benzo(e)pirene

Dibenzo(a,h)antracene

Gruppo 1: cancerogenicità dimostrata Gruppo 2A: cancerogenicità probabile Gruppo 2B: cancerogenicità possibile

Gruppo 3: non classificabile come cancerogeno per l'essere umano (possibile ma dati insufficienti)

#### Classificazione dell'ECHA e svizzera (secondo il regolamento CLP):

50-32-8

53-70-3

56-55-3

205-99-2

205-82-3

207-08-9

192-97-2

218-01-9

1

2A

2B

2B

2B

2B

3

2B

carc. 1A: sostanze di cui sono noti effetti cancerogeni per l'essere umano sostanze di cui si presumono effetti cancerogeni per l'essere umano carc. 1B: carc. 2: sostanze di cui si sospettano effetti cancerogeni per l'essere umano







#### Diossine, Furani, Policlorobifenili (PCB)

Composti organici tossici per l'ambiente e per l'uomo.

<u>Diossine e Furani</u>: composti chimici aromatici policlorurati, ossia formati da carbonio, idrogeno, ossigeno e cloro (idrocarburi clorurati), suddivise in due famiglie (diossine e furani). Stabili e persistenti nell'ambiente, la loro tossicità dipende dal numero e dalla posizione sull'anello aromatico degli atomi di cloro.

Il meccanismo primario di ingresso delle diossine (lipofile) nella catena alimentare terrestre sembrerebbe essere la deposizione atmosferica in fase di vapore sulle foglie delle piante e, parzialmente sul terreno, ingeriti successivamente dagli animali.

<u>Policlorobifenili</u>: prodotte attraverso processi industriali, sono composti aromatici biciclici, costituiti da carbonio, idrogeno e cloro, stabili, lipofili e non fotodegradabili.







#### Metalli pesanti

Componenti naturale della crosta terrestre non sono degradati dall'attività biologica e fotochimica. Emessi anche da attività antropiche (processi industriali)

Al di sopra di determinati valori causano inquinamento dell'ambiente e tossicità negli organismi biologici.

Il contenuto nella biomassa utilizzata per la produzione di biochar è la principale fonte di metalli (specie vegetale/suolo); possono derivare anche dal processo di produzione (trattamento, superfici metalliche, reattore).







#### **BIOCHAR E FERTILITA' DEL SUOLO**

#### Il biochar nel suolo <u>può</u> influenzare:

- colore (albedo)
- tessitura
- struttura
- densità apparente
- porosità totale
- dinamica rapporti acqua/aria
- correzione suoli acidi
- capacità scambio cationico e anionico
- rese delle concimazioni
- degradabilità sostanza organica
- comunità di microrganismi e funzionalità
- biodisponibilità contaminanti
- rese produttive



















### **BIOCHAR E FERTILITA' DEL SUOLO**

Fonte: L. Genesio, CNR-Ibimet/ICHAR, 2016

**Biomassa Processo** Dose/metodo Risposta della coltura Suolo Clima Specie/pratiche

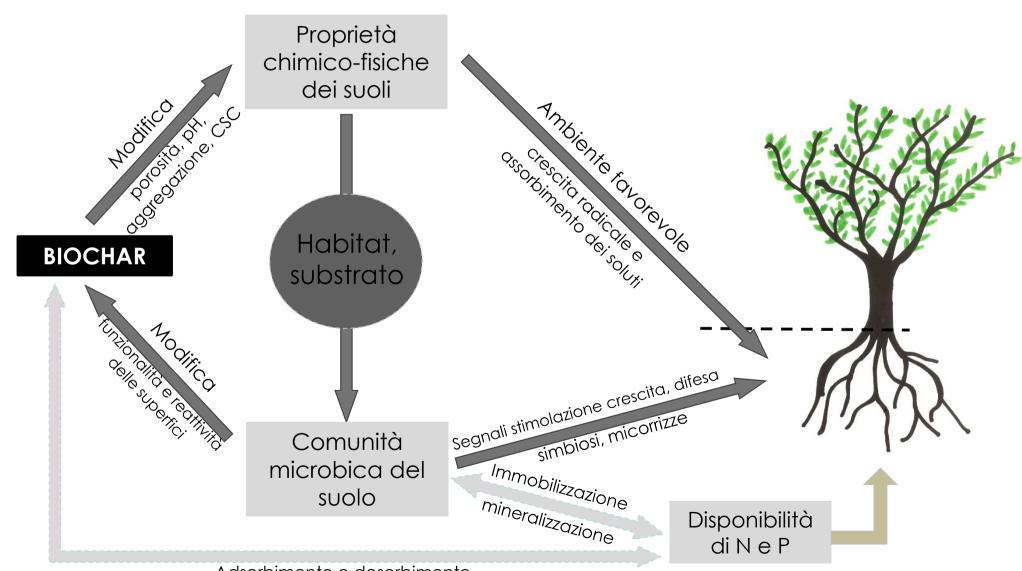






### **BIOCHAR E FERTILITA' DEL SUOLO**

Fonte: modificato Gul & Whalen, 2016



Adsorbimento e desorbimento

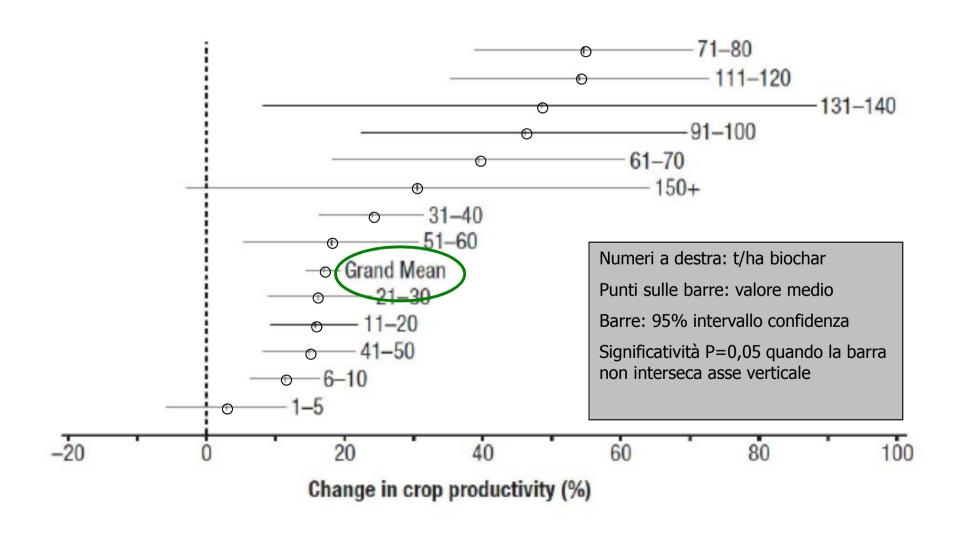






# BIOCHAR E PRODUTTIVITA' (EFFETTO DOSE)

Fonte: F. Jeffery et al., 2015



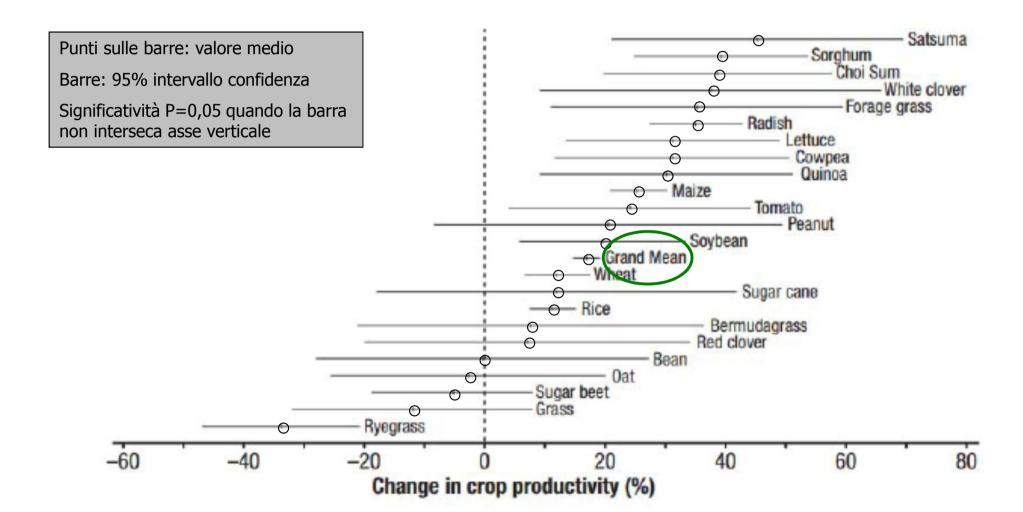






### **BIOCHAR E PRODUTTIVITA' (COLTURA)**

Fonte: F. Jeffery et al., 2015



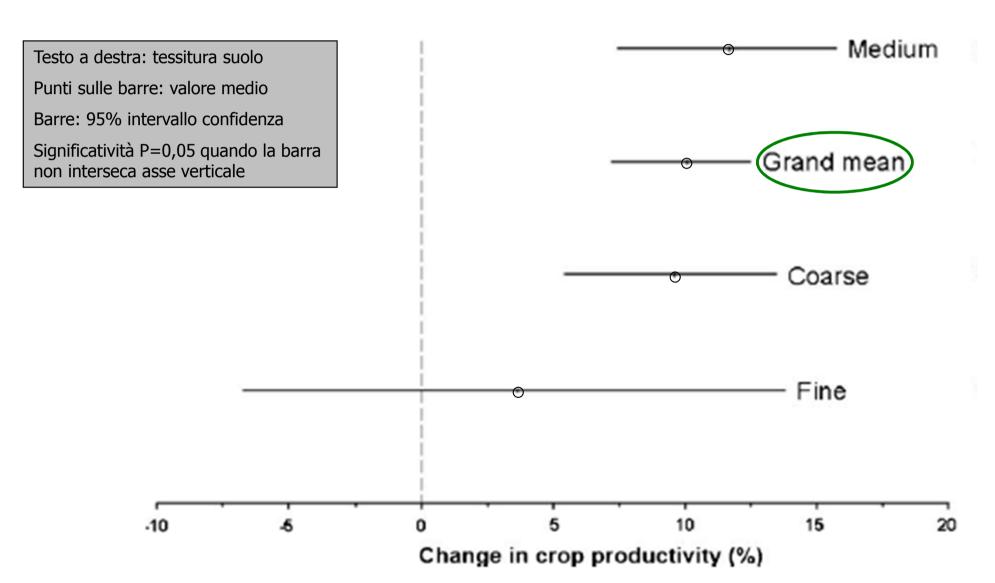






# BIOCHAR E PRODUTTIVITA' (TESSITURA) SILLPA

Fonte: F. Jeffery et al., 2011



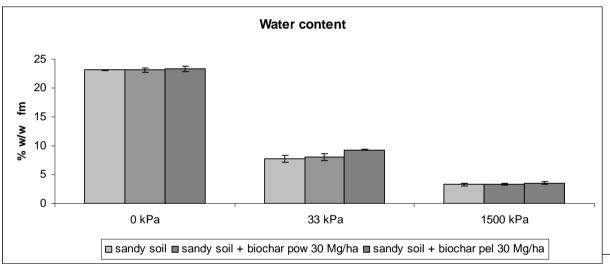






### INFLUENZA PROPRIETA' IDROLOGICHE

Fonte: Bartocci et al., 2017

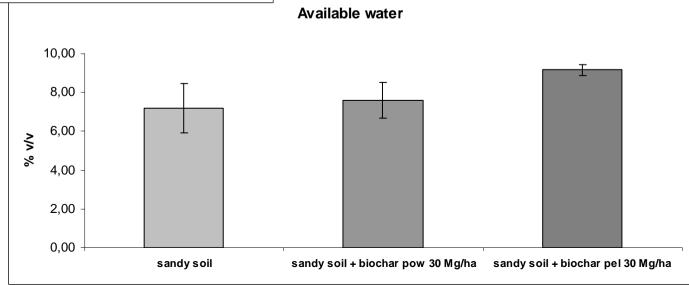


Suolo sabbioso a basso contenuto organico

Biochar prodotto da Arundo e utilizzato in polvere o in pellet

Dose di applicazione : 30 t/ha

Test con piastre Richards
4 repliche/trattamento









### INFUENZA PROPRIETA' IDRO-MECCANICHE

Fonte: Chan et al., 2007

Table 5. Changes in soil physical and biological properties as a result of different rates of biochar application with and without nitrogen fertiliser application

Within rows, means followed by the same letter are not significantly different (P > 0.05); n.s., not significant (P > 0.05); \*\*\*P < 0.001. NA, not available

	Nil N				N				Significance		
Biochar rate:	0	10	50	100	0	10	50	100	Biohar	N	Biochar
	(t/ha)							rate		×N	
FC (kg/100 kg)	0.255c	0.244c	0.270b	0.320a	0.252c	0.246c	0.270b	0.320a	***	n.s.	n.s.
Tensile strength (kPa)	64.4a	69.2a	31.7b	18.8c	NA	NA	NA	NA	***	_	-
FDA(µg fluorescein/g soil.min)	13.2a	11.3b	11.9b	11.5b	10.1c	8.6d	11.2b	11.2b	***	***	***

Suolo a tessitura fine, molto acido, bassa dotazione di sostanza organica

Biochar prodotto da scarti verdi (450° C) Basso contenuto di carbonio (36%)

Dose di applicazione: 0-10-50-100 t/ha in presenza o assenza di concimazione azotata

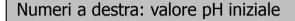




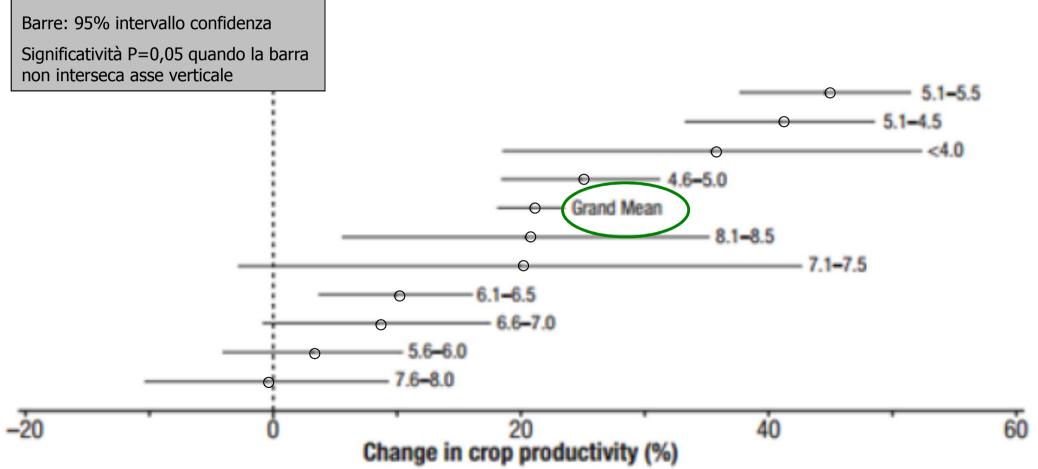


## **BIOCHAR E PRODUTTIVITA' (PH)**

Fonte: F. Jeffery et al., 2015



Punti sulle barre: valore medio





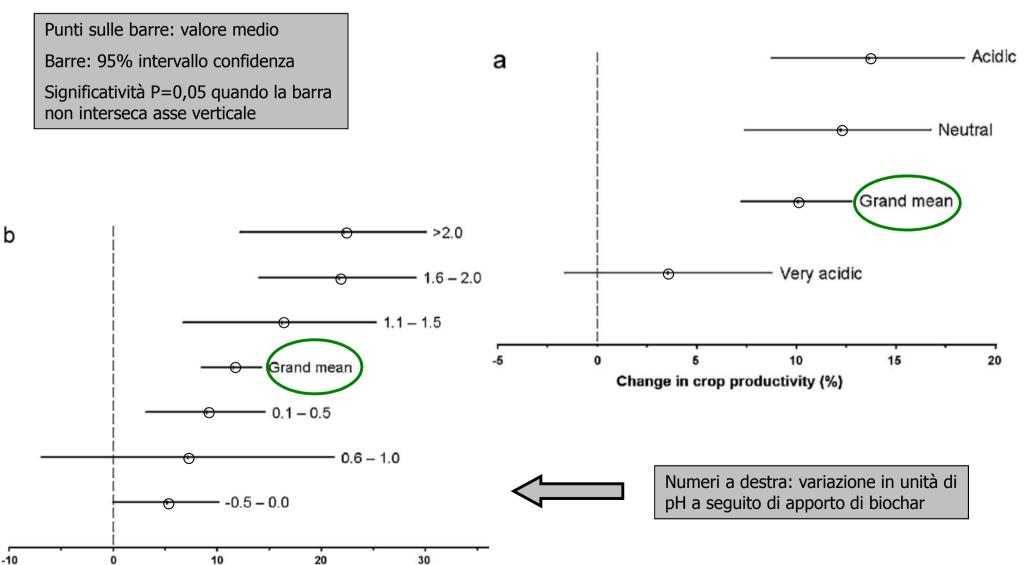
Change in crop productivity (%)





## **BIOCHAR E PRODUTTIVITA' (PH)**

Fonte: F. Jeffery et al., 2011



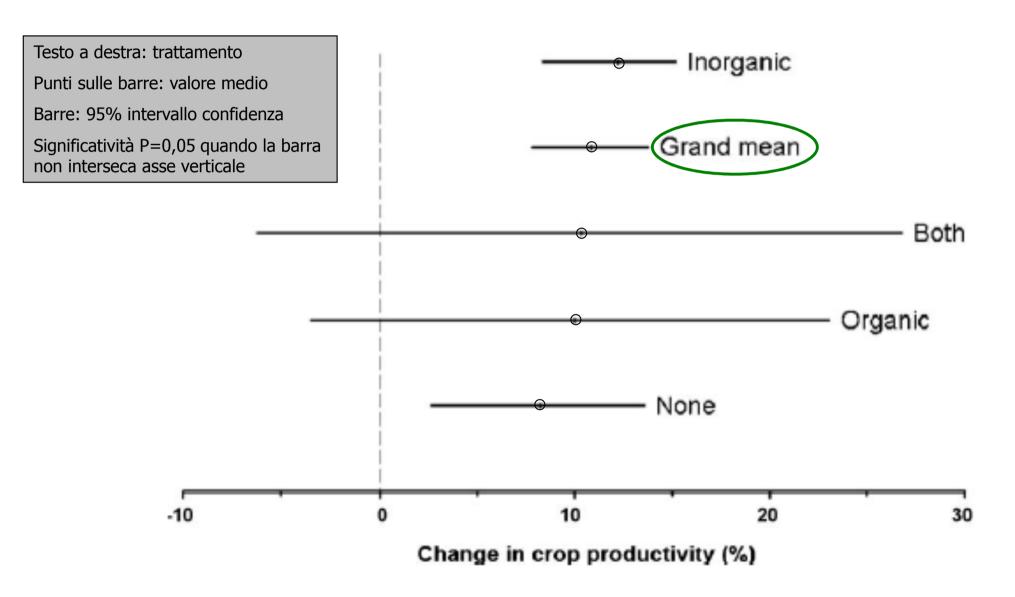






# **BIOCHAR E PRODUTTIVITA' (CONCIMI)**

Fonte: F. Jeffery et al., 2011









# BIOCHAR E PRODUTTIVITA' (CONCIMI)

Fonte: Chan et al., 2007

Suolo a tessitura fine, molto acido, bassa dotazione di sostanza organica

Biochar prodotto da scarti verdi (450° C) Basso contenuto di carbonio (36%)

Dose di applicazione: 0-10-50-100 t/ha in presenza o assenza di concimazione azotata



Fonte: Lui et al., 2017

Table 3. Recovery of labeled fertilizer N in grain and stover of maize.

		_ N				
	5 -	no-N			4.48	
h (a/not)	4 -	_		3.72		
Dry matter of radish (g/hot)	3 -	1.95	I.s.d. <sub>0.05</sub>			
Dry mat	2 -	_	1.37	1.0	1.22	
	1 -	1.0	0.50	1.0		
	0 -	0	10	50	100	
			Char rate	(t/ha)		

Fig. 1. Dry matter production of radish with and without nitrogen fertiliser as a function of rate of biochar. Numbers on top of bar refer to relative yield, i.e. DM of a treatment as a proportion of DM of the control (nil biochar and nil N).

			N uptake from fertilizer			III IV).	
Treatments		Total N in grain		N in stover	Grain N/Total N	Stover N/total N	NUE
		0	g plant-1			%	
2012	NF	$1.30 \pm 0.14$	$1.01 \pm 0.10$	$0.29 \pm 0.20$	$77.55 \pm 0.53$	22.45	$30.88 \pm 3.00$
	BF	$1.47 \pm 0.10$	$1.14 \pm 0.09$	$0.33 \pm 0.01$	$77.37 \pm 0.71$	22.63	$35.09 \pm 2.46$
2013	NF	$1.47 \pm 0.53$	$1.19 \pm 0.03$	$0.28 \pm 0.02$	$81.02 \pm 0.81$	18.98	$34.92 \pm 1.27$
	BF	$1.51 \pm 0.69$	$1.25 \pm 0.05$	$0.26 \pm 0.02$	$82.59 \pm 0.67$	17.41	$35.94 \pm 1.65$
2014	NF	$0.85 \pm 0.04$	$0.68 \pm 0.05$	$0.17 \pm 0.01$	$79.92 \pm 0.16$	20.08	$45.56 \pm 2.14$
	BF	$0.89 \pm 0.43$	$0.69 \pm 0.03$	$0.20 \pm 0.02$	$77.86 \pm 2.04$	22.14	$47.75 \pm 2.28$
2015	NF	$0.56 \pm 0.06$	$0.41 \pm 0.06$	$0.15 \pm 0.03$	$72.84 \pm 2.39$	27.16	$30.13 \pm 2.03$
	BF	$0.79 \pm 0.04$	$0.59 \pm 0.05$	$0.20 \pm 0.00$	$74.60 \pm 1.75$	25.40	$42.10 \pm 2.32$

NF: Soil amended with urea only; BF: soil amended with urea and 40 t ha-1 biochar.

Values represent means  $\pm$  standard errors (n = 3).

Data in bold indicate significant differences between the NF and BF treatments (p < 0.05).









# **BIOCHAR E PRODUTTIVITA' (BIOMASSA)**

Fonte: F. Jeffery et al., 2011

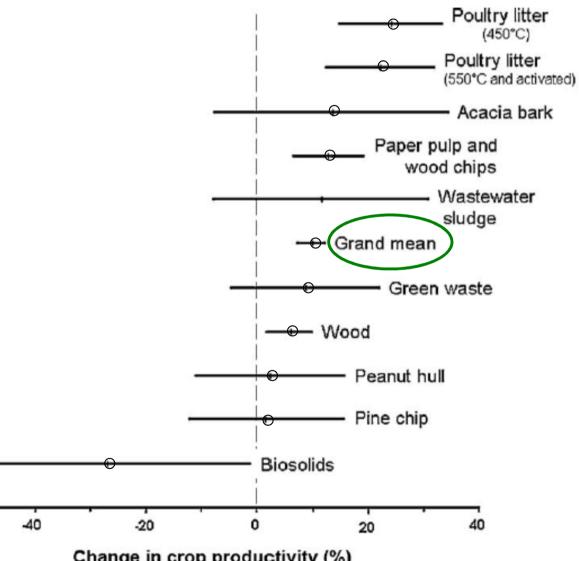
Testo a destra: trattamento

Punti sulle barre: valore medio

Barre: 95% intervallo confidenza

Significatività P=0,05 quando la barra

non interseca asse verticale



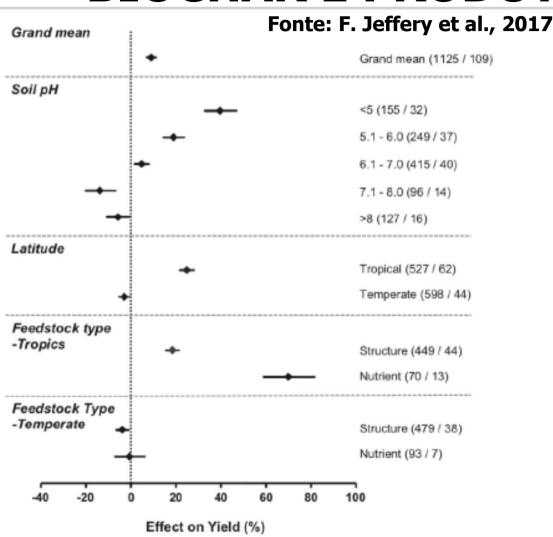
Change in crop productivity (%)







## **BIOCHAR E PRODUTTIVITA'**



Nutrient feedstock: concimi animali, fanghi di depurazione, rifiuti solidi urbani ecc.

Figure 1. Influence of initial soil pH, latitude, and feedstock type on crop yields following biochar application. Biochar feedstock was categorised by its main contributing property: predominantly structural (e.g. wood) or nutrient (e.g. manure). See online supplementary table 3 for more details on this categorisation. Points show means, bars show 95% confidence intervals. The numbers in parentheses show the number of pairwise comparisons on which that statistic is based (left) and the number of independent publications from which the data were drawn (right).

Structure feedstock: legno, materiale vegetale erbaceo, scarti agricoli-forestali lignocellulosici







# BIOCHAR E SOSTANZA ORGANICA (EFFETTO PRIMING?)

Fonte: J. Lehmann et al., 2011

Un incremento del carbonio respirato si verifica in genere solo nel breve periodo dopo l'apporto di biochar (frazione di carbonio labile, sostanze volatili).

Esperimenti a lungo termine (di laboratorio e di campo) hanno evidenziato come il biochar nel medio periodo riduca la mineralizzazione del carbonio organico presente nel suolo, a fronte tuttavia di un incremento della comunità microbica.

Questo aspetto è possibile spiegarlo attraverso un cambiamento nella composizione della comunità microbica e/o a seguito della modifica dell'attività enzimatica.

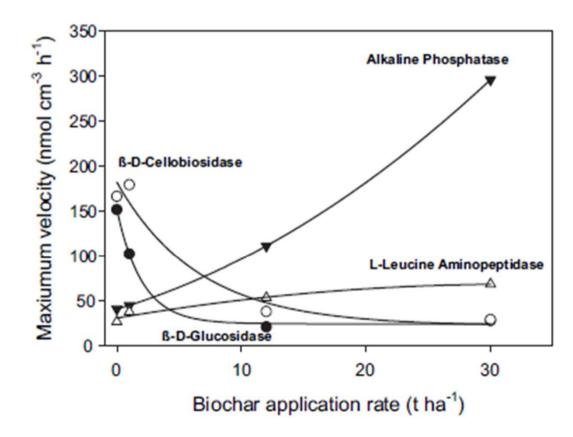


Fig. 8. Activity of different soil enzymes (0-0.15 m) one year after application of corn stalk biochar (slow pyrolysis at 550 °C) at rates of 0, 1, 12, 30 t ha<sup>-1</sup> to a loamy Alfisol cropped to corn (drawn after Jin, 2010).







## **BIOCHAR E MICRORGANISMI**

Fonte: J. Lehmann et al., 2011

Summary of possible mechanisms by which microbial abundance is affected by biochar additions to soil; (+) indicates that relative abundance may increase (not necessarily better growth conditions), (-) indicates that relative abundance decreases.

Mechanism	Rhizobia	Other bacteria	Mycorrhizal fungi	Other fungi
Protection from grazers	nc	(+)	(+)	(+)
Improved hydration	+	+	?	? or ±
Greater P, Ca, Mg, K availability	+	+	_	_
Greater micronutrient availability	+	+	_	?
Higher pH	+	+	nc	nc
Lower pH	_	-	nc	nc or -
Sorption of signaling compounds	? or -	?	?	?
Greater N availability (also through sorption of phenolics and increased nitrification)	_	+ or -	nc	nc
Sorption of microorganisms	nc	+	nc	nc
Biofilm formation	+	+	?	?
Sorption of inhibitory compounds	?	+	?	?
Sorption of dissolved OM as an energy source for microorganisms	?	?	nc	?

nc, no change.

?, reaction not known.

Parentheses, weak circumstantial evidence.







## **BIOCHAR E INFLUENZA RADICALE**

Fonte: J. Lehmann et al., 2011

Changes in root mass and shoot-to-root ratios as a result of biochar additions to soil from all available studies (positive values indicating an increase, negative ones a decrease).

Crop	Fertilization	Soil type	Type of biochar (feedstock/pyrolysis temperature/application rate)	(% change	Above-ground biomass (% change from control)	Shoot-to-root ratio (% change from control)	References
Pea	PK	Compost and peat	Unidentified wood/NA/5% w/v	-24	-37	-17	Devonald (1982)
Birch	No fertilizer	Organic horizons	Empetrum hermaphroditum/450/3 t ha-1	-13	+29	+34	Wardle et al. (1998)b
Pine	No fertilizer	Organic horizons	Empetrum hermaphroditum/450/3 t ha-1	+300	+350	+58	Wardle et al. (1998) <sup>b</sup>
Cowpea	NPK + lime or no fertilizer	Oxisol	Unidentified wood/NA/20% w/w	+17 to +28	+68 to +83	+44	Lehmann et al. (2003)
Maize	NPK or no fertilizer	NA <sup>a</sup>	Acacia bark/260-350/10 L m <sup>-2</sup>	+88 to +92	+28 to +48	−23 to −49	Yamato et al. (2006)
Common bean	NP + lime	Oxisol	Eucalyptus deglupta/350/9% w/w	-9.9 to $+9.3$	+3.5 to +77.4	+29 to +37	Rondon et al. (2007)
Rice	No fertilizer	Inceptisol and Oxisol	Eucalyptus deglupta/350/2.6% w/w) and unidentified wood/NA/4.6% w/w	+1 to +10	+1 to +152	+2 to +200	Noguera et al. (2010)
Wheat	NP fertilizer	Sandy clay loam	Eucalyptus/open pan method/1.6-6 t ha-1	-5 to $+110$	-25  to  +73	-33 to +58	Solaiman et al. (2010)

a NA, not available.

b only Ericaceous site.







## **BIOCHAR E NORMATIVA FERTILIZZANTI**

A seguito di istanza da parte di

### **Associazione ICHAR**

con il DM 22-06-2015 – GU 186 del 12/08/2015

IL BIOCHAR E' STATO NORMATO

D.Lgs. 75/2010 - allegato 2 (ammendanti)







## **BIOCHAR E NORMATIVA FERTILIZZANTI**

D.Lgs. 75/2010 - allegato 2 (ammendanti):

N.	DENOMINAZIONE DEL TIPO	MODO PREPARAZ. E COMPONENTI ESSENZIALI	TITOLO MINIMO IN ELEMENTI E/O SOSTANZE UTILI	ALTRE INDICAZIONI DI DENOMIN. DEL TIPO	ELEMENTI O SOSTANZE UTILI IL CUI TITOLO DEVE ESSERE DICHIARATO	NOTE
13	Biochar da pirolisi o da gassificazione	Processo di carbonizzazione di prodotti e residui di origine vegetale provenienti dall'agricoltura e dalla silvicoltura, oltre che da sanse di oliva, vinacce, cruscami, noccioli e gusci di frutta, cascami non trattati della lavorazione del legno, in quanto sottoprodotti delle attività connesse. Il processo di carbonizzazione è la perdita di idrogeno, ossigeno e azoto da parte della materia organica a seguito di applicazione di calore in assenza, o ridotta presenza, dell'agente ossidante, tipicamente l'ossigeno. A tale decomposizione termochimica è dato il nome di pirolisi o piroscissione. La gassificazione prevede un ulteriore processo ossido-riduttivo a carico del carbone prodotto da pirolisi.	C tot di origine biologica (*) % s.s. ≥20 e ≤30 (Cl(*)3) >30 e ≤ 60 (Cl(*)2) > 60 (Cl(*)1)  Salinità mS/m ≤ 1000 (\$)  pH (H2O) 4-12  Umidità % ≥20 per prodotti polverulenti (*)  Ceneri % s.s. > 40 e ≤ 60 (Cl(*)3) ≥10 e ≤ 40 (Cl(*)2) < 10 (Cl(*)1)  H/C (molare) (^) ≤ 0,7		Granulometria (passante mm 0,5-2-5)  azoto tot  potassio tot fosforo tot calcio tot magnesio tot sodio tot % C da carbonato test fitotossicità e accrescimento (test lombrichi e saggio germinazione/ accrescimento) max ritenzione idrica	sottratto il C da carbonati  carbonati  carbonati  carbonati  carbonati  carbonati  carbonati  carbonio  carbonio  carbonio  carbonio  carbonio  carbonio  carbonio  carbonio

#### TAC

#### Tabella inquinanti

## **BIOCHAR E**

A seguite

		" ~ .
N.	DENOMINAZIONE DEL TIPO	MODO PRE
13	Biochar da pirolisi o da gassificazione	Processo of prodotti e re provenienti silvicoltura, oliva, vinace gusci di fru della lavor quanto sott connesse. carbonizzazi idrogeno, or della materi applicaziono ridotta ossidante, ti tale decome è dato il piroscissiono prevede u ossido-riduti prodotto da

PARAMETRO	LIMITE MASSIMO mg kg-1
Piombo tot	140
Cadmio tot	1,5
Nichel tot	100
Zinco tot	500
Rame tot	230
Mercurio tot	1,5
Cromo VI	0,5
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	6
Diossina	9 (ng/kg)
Pcb	0,5







PARAMETRO	METODI APPLICABILI	NOTE	
C tot di origine biologica	Dlgs 7276 del 31/05/16 Suppl. 13 n. 2	metodo Dumas	
C da carbonato	Dlgs 7276 del 31/05/16 Suppl. 13 n. 2	volumetrici metodo volumetrico nel caso di non trattamento preventivo nella determinaziine del C tot di origine biologica	
Idrogeno (H)	Dlgs 7276 del 31/05/16 Suppl. 13 n. 2	metodo Dumas	
Ceneri	EN 13039:2002	- a 550°C	
рН	UNI EN 13037:2002 + 13040:2012	estrazione 1:5 v/v	
Conducibilità elettrica	UNI EN 13038:2002 + 13040:2012	estrazione 1:5 v/v	
Umidità	UNI EN 13040:2008	A 105°C	
azoto tot	UNI EN 13654-2:2001	metodo Dumas	
potassio tot	UNI EN 13650:2002	solubile in acqua regia	
fosforo tot	UNI EN 13650:2002	solubile in acqua regia	
calcio tot	UNI EN 13650:2002	solubile in acqua regia	
magnesio tot	UNI EN 13650:2002	solubile in acqua regia	
sodio tot	UNI EN 13650:2002	solubile in acqua regia	
massima ritenzione idrica	EN 13041:2007 DM 1/08/1997 – metodo 5	- cassetta tensiometrica - piastre di Richards	
Granulometria	EN 15428:2008	minimo 3 setacci (0,5-2-5 mm)	
test fitotossicità e/o accrescimento	- R.LBU 13/5/03-1°SS-DGR 16/4/03 n 7/12764 All. B - UNI 10780 App. K:1998 - UNI EN 16086-1:2012 - UNI EN 16086-2:2012 - ISO 17512-1:2008	- test crescita lattuga - indice germinazione crescione - indice germinazione +accrescimento - indice germinazione crescione - earthworm test	

Per gli inquinanti sarà possibile utilizzare metodi già ampiamente riconosciuti (EN, EPA, CNR-IRSA, DM, UNI EN).



# FA Cost Action TD 1107 Biochar as option for sustainable resource management

Azione COST che si poneva, tra diversi obiettivi, la compilazione di una lista di metodi di analisi per caratterizzare il biochar

#### **WG 1 - Biochar production and characterization**

Target principali:

- 1) condividere una lista di metodi di analisi per caratterizzare il biochar (standardizzazione dei metodi ring test)
- 2) valutare il rapporto tra parametri di produzione, proprietà dei feedstocks e effetti dopo l'applicazione al suolo di biochar e le sue rispettive caratteristiche fisico-chimiche indispensabile date le enormi variazioni nei materiali in entrata, le tecnologie disponibili e le condizioni di produzione.



### FA Cost Action TD 1107 Ring test 2013

#### Scopo:

- stimare l'affidabilità dei differenti metodi usati
- 2) agevolare il confronto di risultati ottenuti con metodi diversi
- 3) fornire raccomandazioni per l'uso dei metodi

#### **Svolgimento:**

- o 22 laboratori di 12 differenti Stati
- o 3 biochar prodotti da differenti biomasse e processi
- o analisi dei risultati ottenuti con metodi differenti
- o valore di riferimento utilizzato: metodi EBC certificate
- o trattamento dei dati mediante PROLab Plus™ software

# FA Cost Action TD 1107 Ring test 2013 sintesi esiti per alcuni specifici parametri:

#### Carbonio e Idrogeno

Metodo: analisi elementare per combustione.

Risultati positivi. Z-score < 3 (eccetto per 2 lab per C)

Note: porre attenzione all'essiccazione prima dell'analisi

#### **Azoto**

Metodo: analisi elementare (1 lab metodo Kj)

Risultati: Z-score < 3 (eccetto per metodo Kj)

Note: meno precisione dei risultati rispetto a C e H

#### **Ceneri:**

Metodo: incenerimento (da 450 a 900°C)

Risultati: variazioni al variare della temperatura

Note: temperatura suggerita 550°C (> 550°C rischio degradazione termica della

fase minerale)



# FA Cost Action TD 1107 Ring test 2013 sintesi esiti per alcuni specifici parametri:

#### pН

Metodi molto diversi in termini di estraente  $(H_2O ext{ o } CaCl_2)$ , di rapporti di estrazione, di umidità del campione. Il metodo con sale fornisce risultati inferiori in presenza di poca cenere (fino a 1 punto di pH) rispetto a quello con acqua. Meno influente sembra il rapporto di estrazione.

#### Conducibilità elettrica

Metodi molto differenti in termini di rapporto di estrazione in acqua e di filtrazione/no filtrazione estratto. Estratti in acqua filtrati hanno fornito dati più robusti.



# FA Cost Action TD 1107 Ring test 2013 sintesi esiti per alcuni specifici parametri:

#### Metalli pesanti

Maggiore variabilità dei dati, soprattutto per biochar con elevata dotazione di ceneri. Digestione microonde con  $HNO_3/H_2O_2$  fornisce buoni risultati, ma in presenza di elevata cenere si suggerisce anche l'uso di HF. Non ci sono differenze significative nella tecnica strumentale (IC-MS, ICP-OES, GFAAS) di determinazione. Metalli più "complicati": Cd, Cr, Zn

#### **IPA**

La tecnica di estrazione influenza la capacità di determinazione dei singoli composti. La tecnica più affidabile (che estrae di più) sembra essere quella che prevede l'estrazione con toluene rispetto a quella con acetone/cicloesanone.



### FA Cost Action TD 1107 Ring test 2013

#### **Considerazioni finali:**

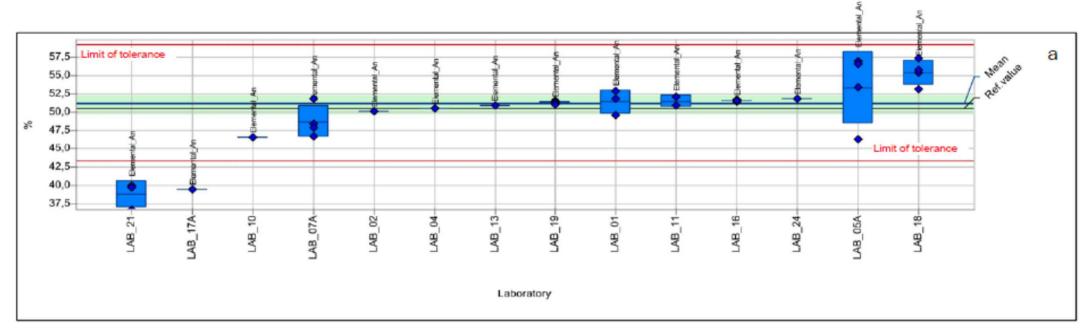
I metodi diversi utilizzati hanno fornito ovviamente un valore molto basso di riproducibilità fra i diversi laboratori.

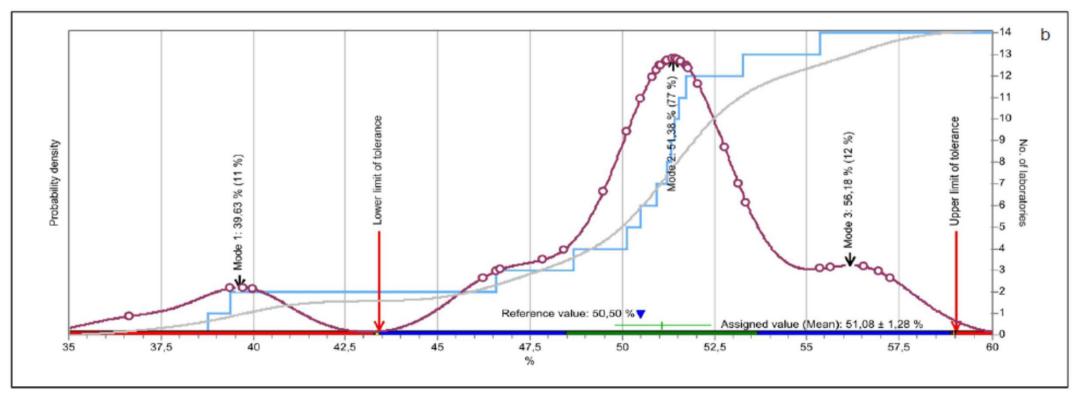
Solo i risultati relativi ai parametri C e pH hanno fornito medie robuste e comparabili (SD < 10%).

Discreti i risultati per H, P e ceneri (SD 10-20%).

Necessità' di una standardizzazione/armonizzazione dei metodi di analisi .......

Pubblicazione risultati: T. Bucheli et al., Toward the Standardization of Biochar Analysis: The COST Action TD1107 Interlaboratory Comparison - Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2015











## **ICHAR - Associazione Italiana Biochar**







Nasce nel 2009 con lo scopo di promuovere soluzioni, tecnologie, studi avanzati, attività dimostrative e progetti educativi legati a produzione ed uso di biochar per:

- la generazione di energia
- il sequestro di anidride carbonica atmosferica
- il miglioramento della fertilità dei terreni agricoli.

www.ichar.org







# ICHAR MVVB — Marchio Volontario





### **REQUISITI**

Prodotto a norma (D. LGS. 75/2010 allegati 2)
Certificazione di prodotto e di processo (sostenibilità)
2 marchi: MVVB ICHAR - MVVB ICHAR PLUS
Durata uso marchio 2 anni
Riservata ai soci







## **ICHAR:** e-learning



#### online course on

# L'uso di Biochar per un'agricoltura sostenibile

Il corso affronta tematiche introduttive al Biochar, un carbone vegetale che, se applicato in un campo agricolo, permette di aumentare la fertilità del terreno e sequestrare il carbonio nei suoli, contribuendo alla mitigazione dei cambiamenti climatici.









## **BIOCHAR NEL MONDO**



IBI - International Biochar Initiative Certificazione volontaria del biochar per uso nel suolo (**Usa e Canada**).



EBC – European Biochar Certificate Certificazione volontaria di prodotto e di processo.



BQM-UK — Biochar Quality Mandate Certificazione volontaria di prodotto e di processo.

### Principali differenze IBI-EBC-BQM sulle proprietà biochar (agg. 2016)

parametro	IBI	EBC	вом
C <sub>org</sub> (% s.s.)	10-30-60	> 50	> 10
H:C <sub>org</sub>	≤ 0,7	≤ 0,7	≤ 0,7
O:C <sub>org</sub>	===	<b>≤ 0,4</b>	===
IPA (mg/kg s.s.)	< 6-300	< 4-12*	< 20
PCB (mg/kg s.s.)	< 0,2-1,0	< 0,2	< 0,5 <sup>#§</sup>
diossine/furani (ng/kg)	< 9#	< 20#	< 20§
metalli pesanti (mg/kg s.s.)	riferimenti legislativi	riferimenti legislativi	riferimenti legislativi
umidità (%)	dichiarazione	dichiarazione	≥ 20
ceneri (% s.s.)	dichiarazione	dichiarazione	dichiarazione
рН	dichiarazione	dichiarazione	dichiarazione
salinità (dS/m - mS/m - mg KCl/l)	dichiarazione	dichiarazione	opzionale
N tot (% s.s)	dichiarazione	dichiarazione	dichiarazione
ritenzione idrica (% m/m)	===	dichiarazione	dichiarazione
granulometria (% m/m)	dichiarazione	===	dichiarazione
densità apparente (kg/m³ - g/l)	===	dichiarazione	dichiarazione
saggio di fitotossicità	dichiarazione	===	===

<sup>\* =</sup> limite più basso per la categoria "premium" - # espresso come mg/kg I-TEQ - § solo se biomassa è a rischio

principali differenze IBI-EBC-BQM vs Italy (agg. 2016)

parametro	IBI	ЕВС	вом	Italia
C <sub>org</sub> (% s.s.)	> 10-30-60	> 50	> 10	> 20-30-60
H:C <sub>org</sub>	≤ 0,7	≤ 0,7	≤ 0,7	≤ 0,7
O:C <sub>org</sub>	===	≤ 0,4	===	===
Umidità (%)	===	===	≥ 20	≥ 20
IPA (mg/kg s.s.)	< 6-300	< 4-12*	< 20	< 6
PCB (mg/kg s.s.)	< 0,2-1,0	< 0,2	< 0,5 <sup>#§</sup>	< 0,5
PCDD/PCDF (ng/kg)	< 9#	< 20#	< 20 <sup>§</sup>	< 9
As (mg/kg s.s.)	≤ 13-100	===	<b>≤ 10-100</b> *	===
Cd (mg/kg s.s.)	≤ 1,4-39	≤ <b>1-1,5</b> *	≤ 3-39*	≤ 1,5
Cr VI(mg/kg s.s.)	===	===	===	≤ 0,5
Cr tot(mg/kg s.s.)	≤ 93-1200	≤ 80-90*	≤ 15-100*	===
Cu(mg/kg s.s.)	≤ 143-1600	≤ 100	≤ <b>40-1500</b> *	≤ 230
Hg (mg/kg s.s.)	≤ 1-17	≤ 1	≤ 1-17*	≤ 1,5
Mo (mg/kg s.s.)	5-75	10-75*		===
Ni (mg/kg s.s.)	≤ 47-600	≤ 30-50*	≤ 10-600*	≤ 100
Pb (mg/kg s.s.)	≤ 121-300	≤ 120-150*	≤ 60-500*	≤ 140
Zn (mg/kg s.s.)	≤ 416-7400	≤ 400	≤ 150-2800*	≤ 500

<sup>\* =</sup> limite più basso per la categoria "premium" - # espresso come mg/kg I-TEQ - § solo se biomassa è a rischio







## **BIOCHAR E ALTRI SETTORI**





**ORTOFLOROVIVAISMO** 



**BONIFICA TERRENI INQUINATI** 



**TETTI VERDI E VERDE URBANO** 

**ORTICOLTURA INTENSIVA** 







## **BIOCHAR E ALTRI USI**

Fonte: A. Maienza, CNR-Ibimet/ICHAR, 2017 - M. Iwaya, JCPS, 2014



TRATTAMENTO ACQUE



**EDILIZIA** 





**COSMETICA** 



**AMBIENTE DOMESTICO** 



**GIOIELLERIA** 























venerdì 25 ottobre 2018 – San Michele all'Adige (TN)