

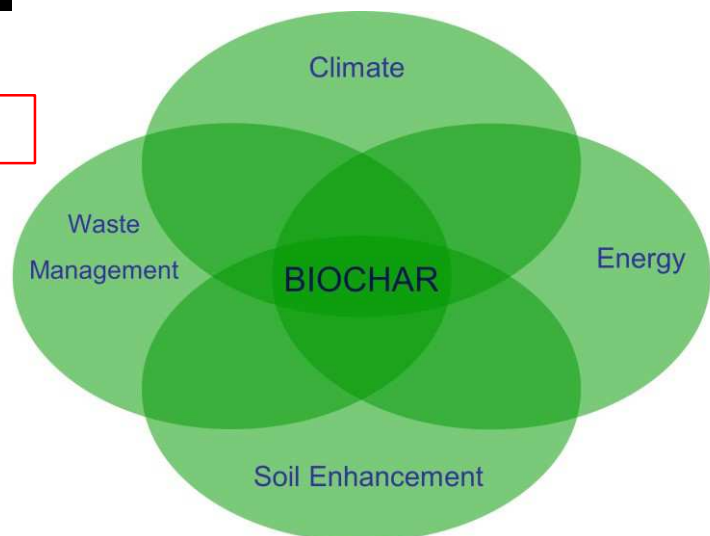
Effetti dell'impiego del biochar come ammendante sulle relazioni idriche e sul ciclo dell'azoto di piante di vite

Carlo Andreotti
 Facoltà di Scienze e Tecnologie
 unibz

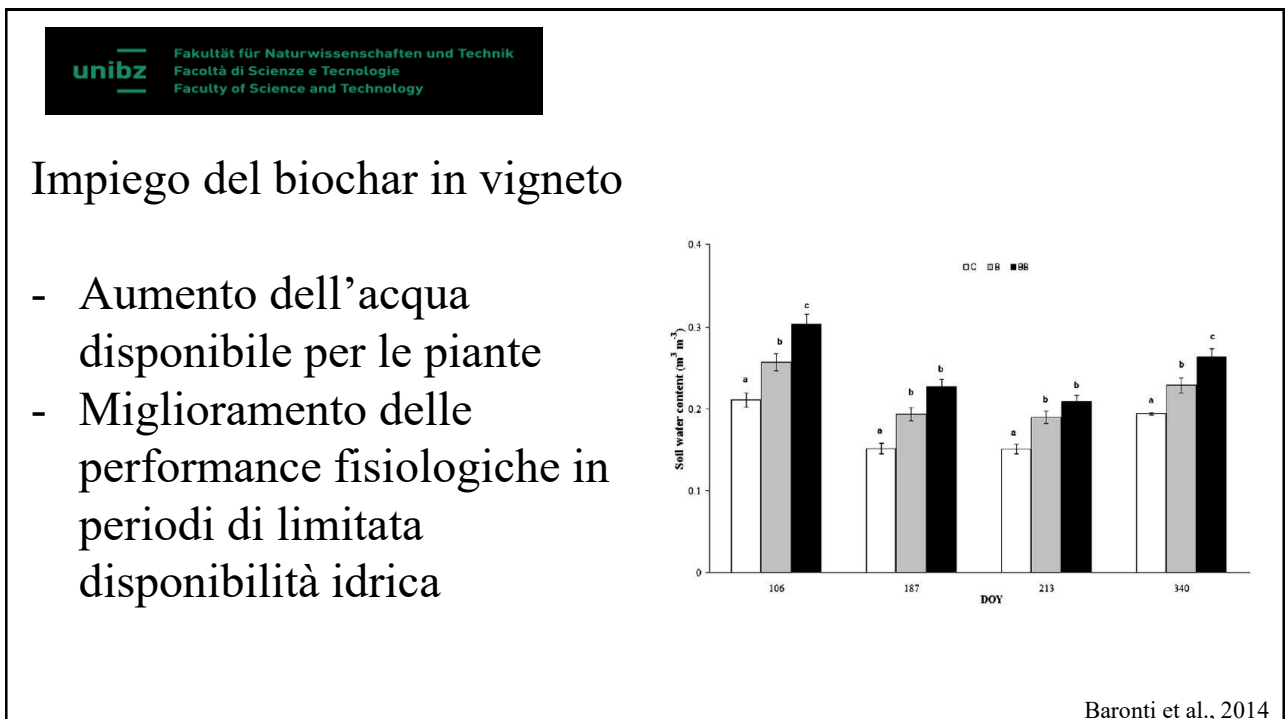
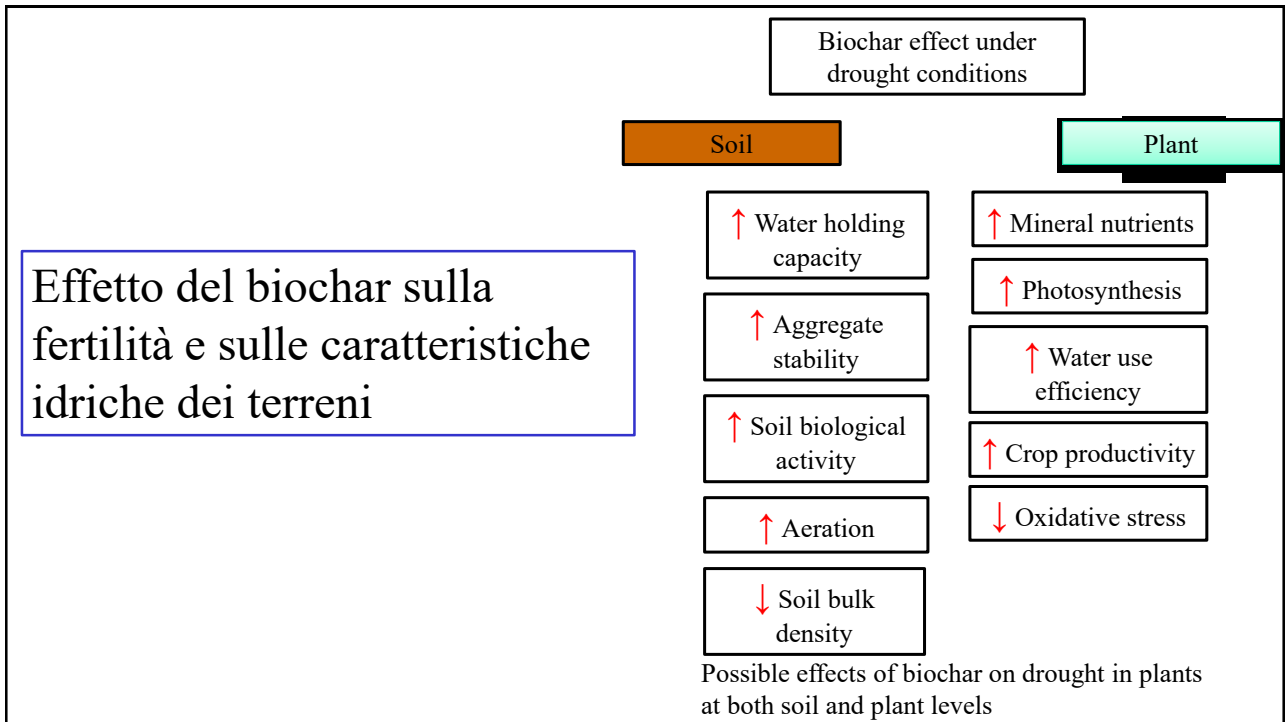
Introduzione

Multifunzionalità del
 biochar

Focus sull'impiego del
 biochar come
 ammendante del terreno

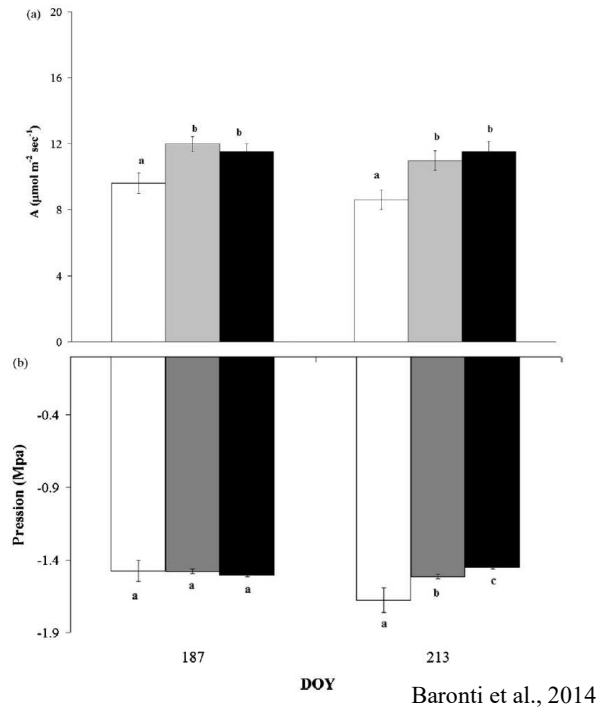


https://www.biochar.ac.uk/what_is_biochar.php



Impiego del biochar in vigneto

- Aumento dell'acqua disponibile per le piante
- Miglioramento delle performance fisiologiche in periodi di limitata disponibilità idrica



Obiettivi della sperimentazione (1)

- Evidenziare in quale misura l'apporto di biochar o di biochar attivato con compost sia in grado di modificare le caratteristiche idriche dei substrati
- Valutare se le modifiche introdotte nelle caratteristiche idriche del terreno siano in grado di determinare migliori performance fisiologiche in piante di vite sottoposte a livelli crescenti di stress idrico

Metodologia sperimentale

Trattamenti	Descrizione
Controllo	Controllo (terreno setacciato a 10 mm). Densità volumetrica 0,91 g/cm ³
Compost	Compost 4,5% (0,9 kg di compost in 20 kg di terreno setacciato). Densità volumetrica 0,92 g/cm ³
Biochar	Biochar 2% (0,4 kg di biochar in 20 kg di terreno setacciato). Densità volumetrica 0,89 g/cm ³
Biochar + Compost	Biochar 2% + compost 4,5% (0,4 kg di biochar + 0,9 kg di compost in 20 kg di terreno setacciato). Densità volumetrica 0,87 g/cm ³



Risultati

Contenuto idrico del suolo alla capacità di campo e acqua disponibile per le piante nei 4 substrati a confronto

Treatment	Soil water content at field capacity (m ³ m ⁻³)	Plant available water (m ³ m ⁻³)
Control	0.38d ¹	0.22c
Compost	0.39c	0.27b
Biochar + Compost	0.43a	0.31a
Biochar	0.42b	0.31a

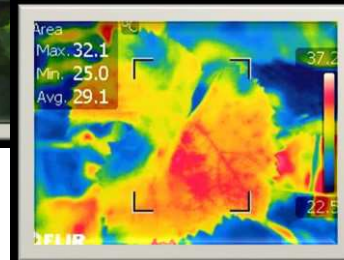
⇒ + 30%

¹Mean values followed by different letters are significantly different according to Tukey's HSD test; $p < 0.05$.

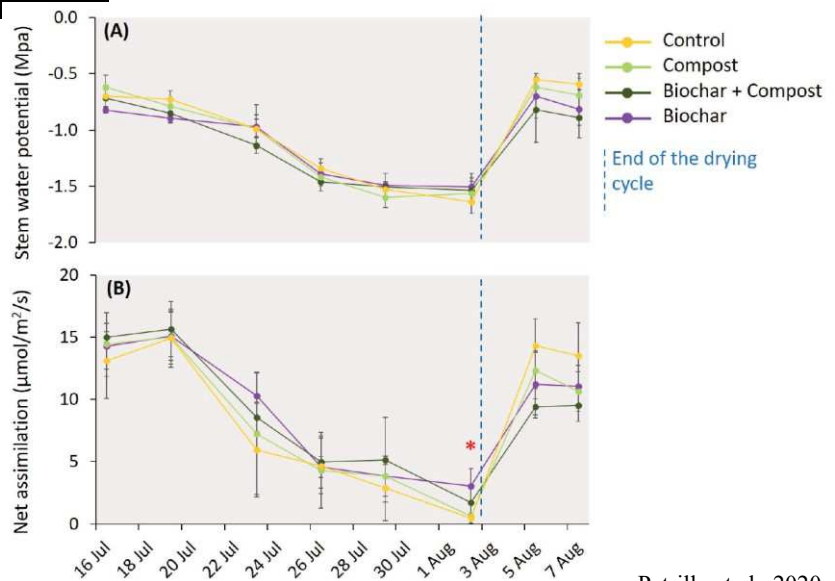
Petrillo et al., 2020

Performance fisiologiche di piante di vite in vaso sottoposte a cicli di stress idrico

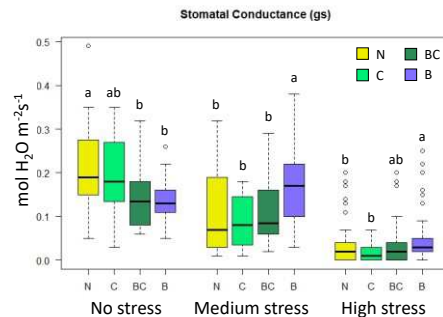
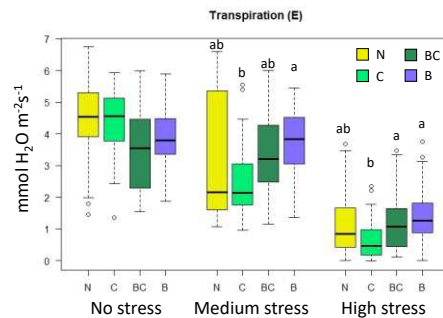
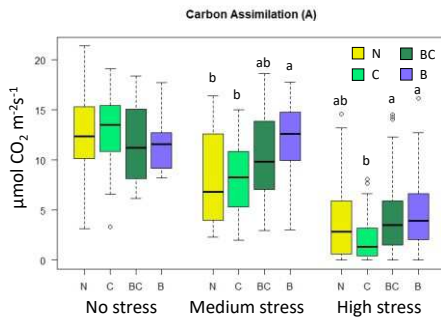
- Potenziale idrico del fusto
- Fotosintesi netta
- Traspirazione
- Conduttanza stomatica
- Temperatura fogliare e fluorescenza



In condizioni di stress idrico crescente, le piante di vite (cv. Pinot noir) in crescita su substrato ammendato con biochar hanno mantenuto livelli di scambi gassosi più elevati



Petrillo et al., 2020



Soglie di stress idrico:

- no stress: SWP > -0.8 MPa;
- stress medio: SWP -0.8 ÷ -1.2 MPa
- stress severo: SWP < -1.2 MPa

Considerazioni in merito all'effetto dell'ammendante biochar sullo stato idrico delle piante di vite

- Aumento significativo dell'acqua disponibile per le piante (+ 30% circa)
- La maggiore disponibilità idrica si è tradotta in performance fisiologiche migliori a livelli medio-alti di stress idrico
- Conferma della potenziale validità dell'impiego del biochar in condizioni di disponibilità idriche limitate

Obiettivi della sperimentazione (2)

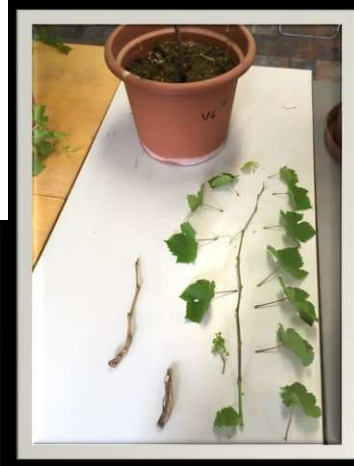
- Determinare come l'apporto di biochar (in combinazione o meno con compost) influisca sullo stato nutrizionale di piante di vite allevate in vaso
- Verificare se il biochar modifichi la disponibilità ed assorbimento di azoto proveniente da una fertilizzazione controllata

Metodologia sperimentale



- 5 g totali di N da NH_4NO_3
- 3 dei 5 g di N con firma isotopica differente (^{15}N al 5%)
- Possibilità di distinguere l'N proveniente dalle fertilizzazioni da quello già presente nel sistema pianta-suolo
- Umidità dei substrati alla capacità idrica di campo

Metodologia sperimentale



ICP-MS

Risultati

Stato nutrizionale delle piante: analisi fogliari

Treatments	N (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)
Control	2.85±0.21	0.38±0.07a ¹	1.61±0.21b	0.27±0.04	2.29±0.10a
Compost	2.87±0.19	0.28±0.01b	1.98±0.41 ab	0.29±0.04	1.87±0.28ab
Biochar + Compost	2.69±0.20	0.27±0.05b	2.21±0.46ab	0.28±0.02	1.67±0.35b
Biochar	2.73±0.19	0.25±0.02b	2.41±0.21a	0.30±0.03	1.68±0.29b

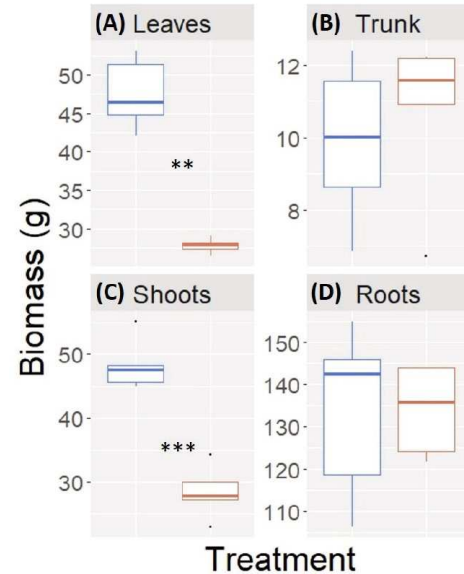
Treatment	B (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
Control	46.06±5.24 ¹	16.81±1.22	146.27±13.72	8.06±2.21	31.99±3.82
Compost	46.56±6.63	15.78±2.18	139.13±20.38	9.07±0.72	37.93±8.45
Biochar + Compost	45.59±9.99	15.52±2.48	148.75±14.61	8.75±0.96	41.97±4.37
Biochar	43.76±10.29	16.18±3.98	161.55±40.81	8.70±1.04	39.40±4.53

Petrillo et al., 2020

Effetto della fertilizzazione con nitrato di ammonio sull'accumulo di biomassa (g, peso secco) nei vari organi di piante di controllo

Treatment

- Fertilized Control
- Non-fertilized Control



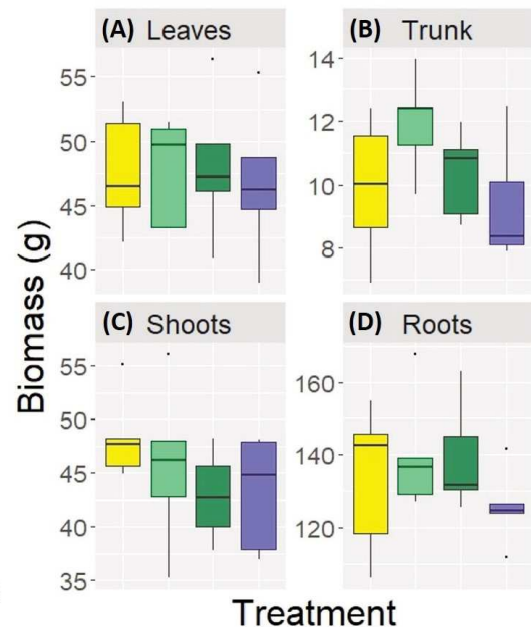
Petrillo et al., 2020

Effetto dei 4 substrati sulla biomassa (g, peso secco) e sul contenuto totale di N (g) nei diversi organi delle piante di vite

Petrillo et al., 2020

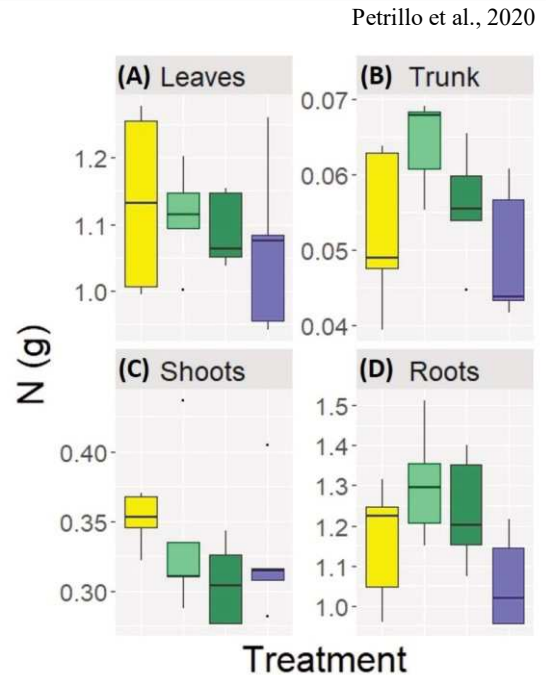
Treatment

- Control
- Compost
- Biochar + Compost
- Biochar

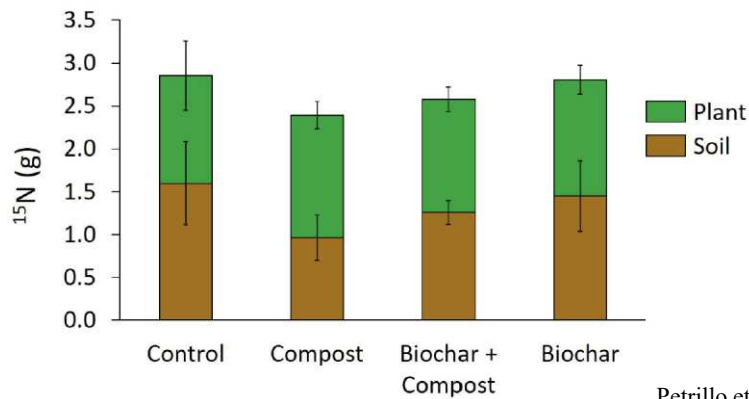


Effetto dei 4 substrati sulla biomassa (g, peso secco) e sul contenuto totale di N (g) nei diversi organi delle piante di vite

Treatment
 Control
 Compost
 Biochar + Compost
 Biochar

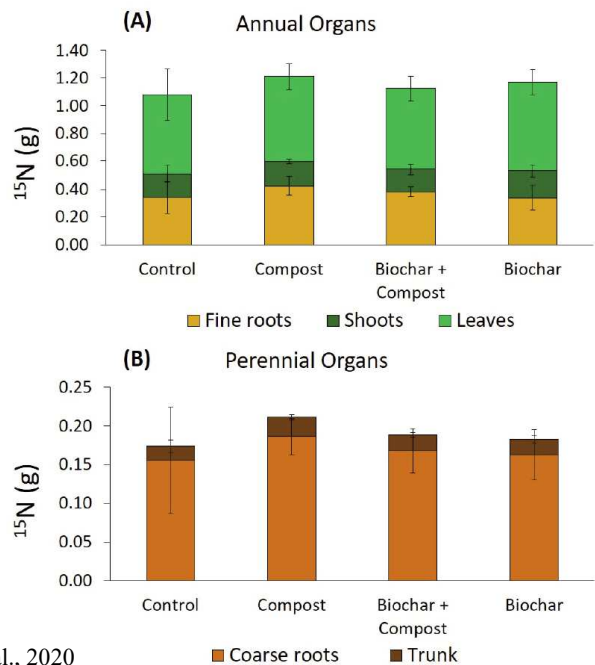


Quantità di N marcato (^{15}N in g) proveniente dalle fertilizzazioni nei comparti suolo e pianta



Petrillo et al., 2020

Quantità di N marcato (^{15}N in g)
proveniente dalle fertilizzazioni
negli organi ad accrescimento
annuale e perenne della pianta



Petrillo et al., 2020

Considerazioni in merito all'effetto dell'ammendante biochar sulla fertilizzazione azotata

- Stato nutrizionale delle piante di vite in crescita sui 4 substrati nell'intervallo di sufficienza
- La presenza di biochar nel substrato non modifica l'assorbimento ed allocazione di azoto proveniente da fertilizzante
- 'Attivazione' con compost influente nel breve termine

Considerazioni finali

A fronte della funzione di mitigazione ambientale (sequestro stabile di carbonio nel suolo), l'impiego di biochar come ammendante:

- non ha evidenziato elementi di criticità da un punto di vista agronomico (gestione delle fertilizzazioni azotate)
- risulta efficace nell'aumentare l'acqua disponibile per le piante in periodi di limitata disponibilità idrica

Ringraziamenti:

Al gruppo di *Tree Ecophysiology and Ecosystems*, unibz

- Dr. Marta Petrillo
- Dr. Damiano Zanotelli
- Dr. Agnese Aguzzoni
- Prof. Massimo Tagliavini

Dr. Christian Ceccon (unibz, analisi ICP-MS)

Dott.ssa Valentina Lucchetta (Laimburg Research Centre)

Studenti tesisti

- Luca Debiasi (IMaHS)
- Olmo Bonzi (VEM)



Evoluzione della gassificazione in Alto Adige e test agronomici preliminari in vitro utilizzando il biochar prodotto dagli impianti

Daniele Basso

Co autori: S. Celletti, L. Borruso, F. Valentinuzzi, F. Patuzzi, M. Baratieri, S. Dal Savio, S. Cesco, T. Mimmo

Bolzano, 23 ottobre 2020



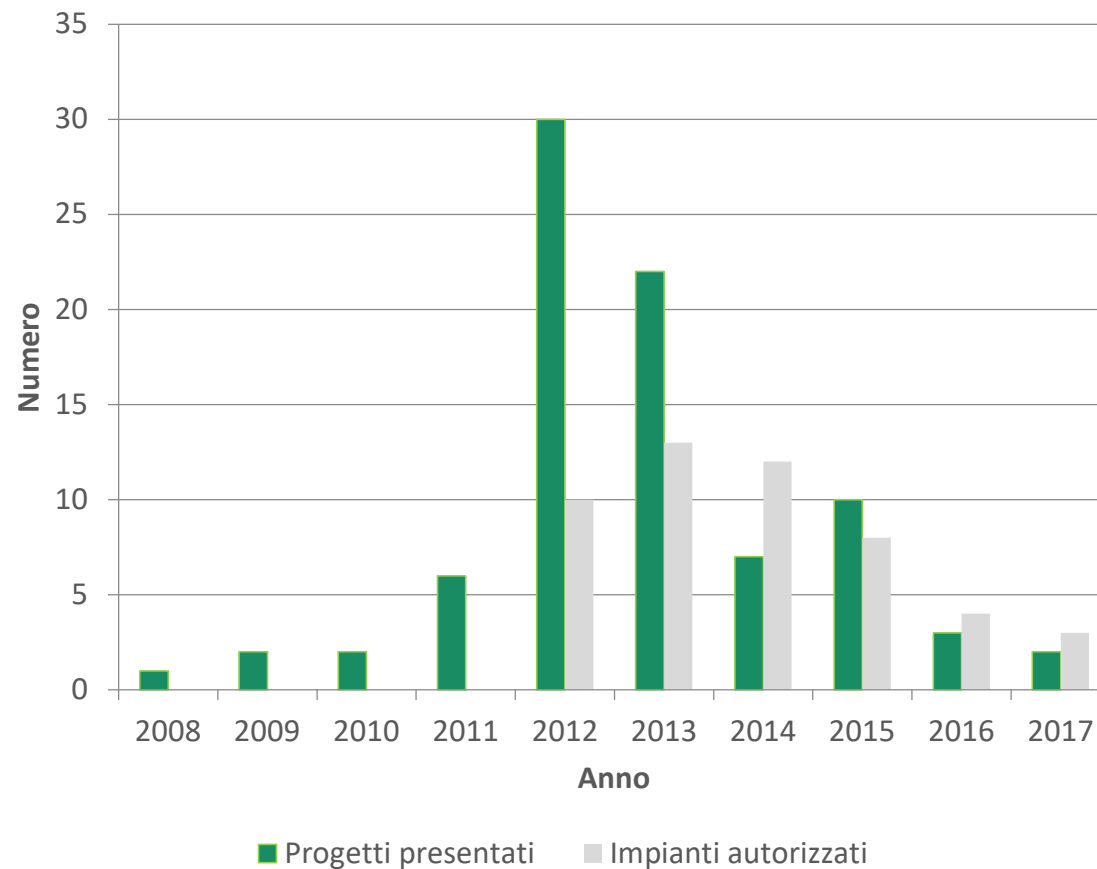
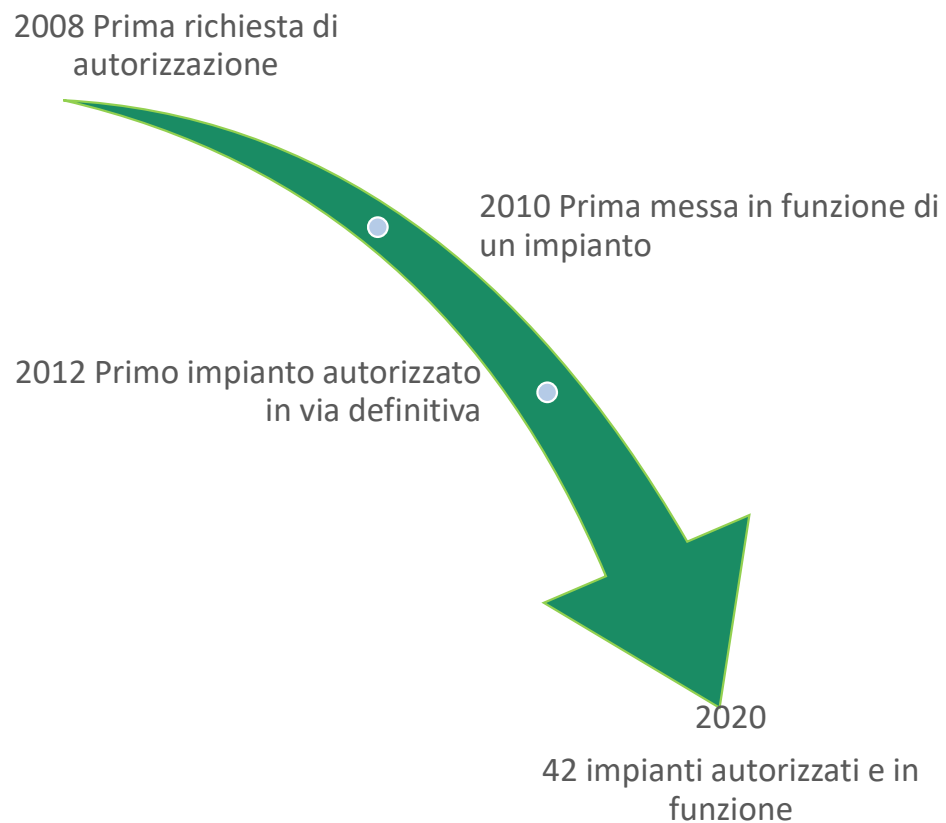
AUTONOME
PROVINZ
BOZEN
SÜDTIROL



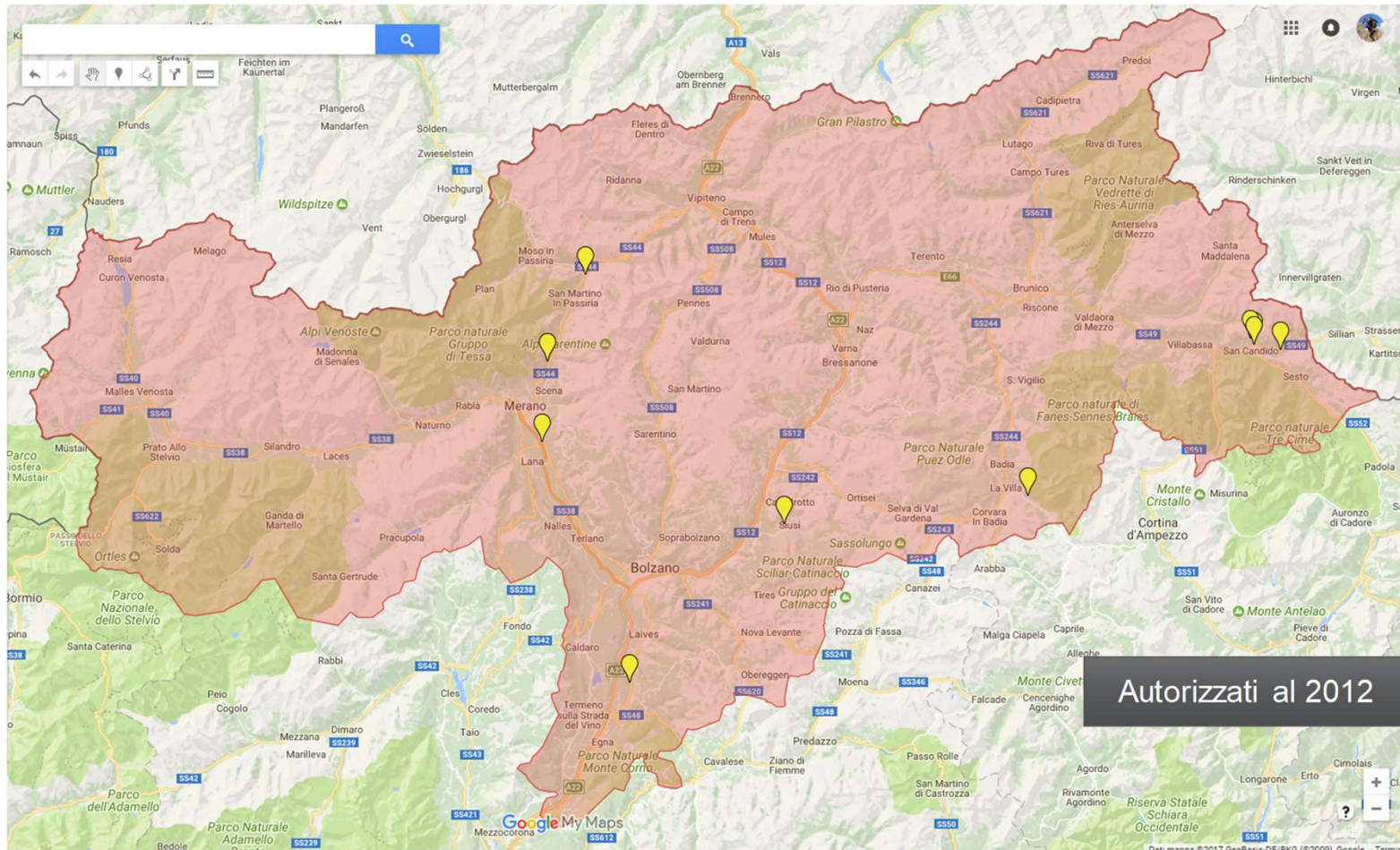
PROVINCIA
AUTONOMA
DI BOLZANO
ALTO ADIGE

EVOLUZIONE DELLA GASSIFICAZIONE IN ALTO ADIGE

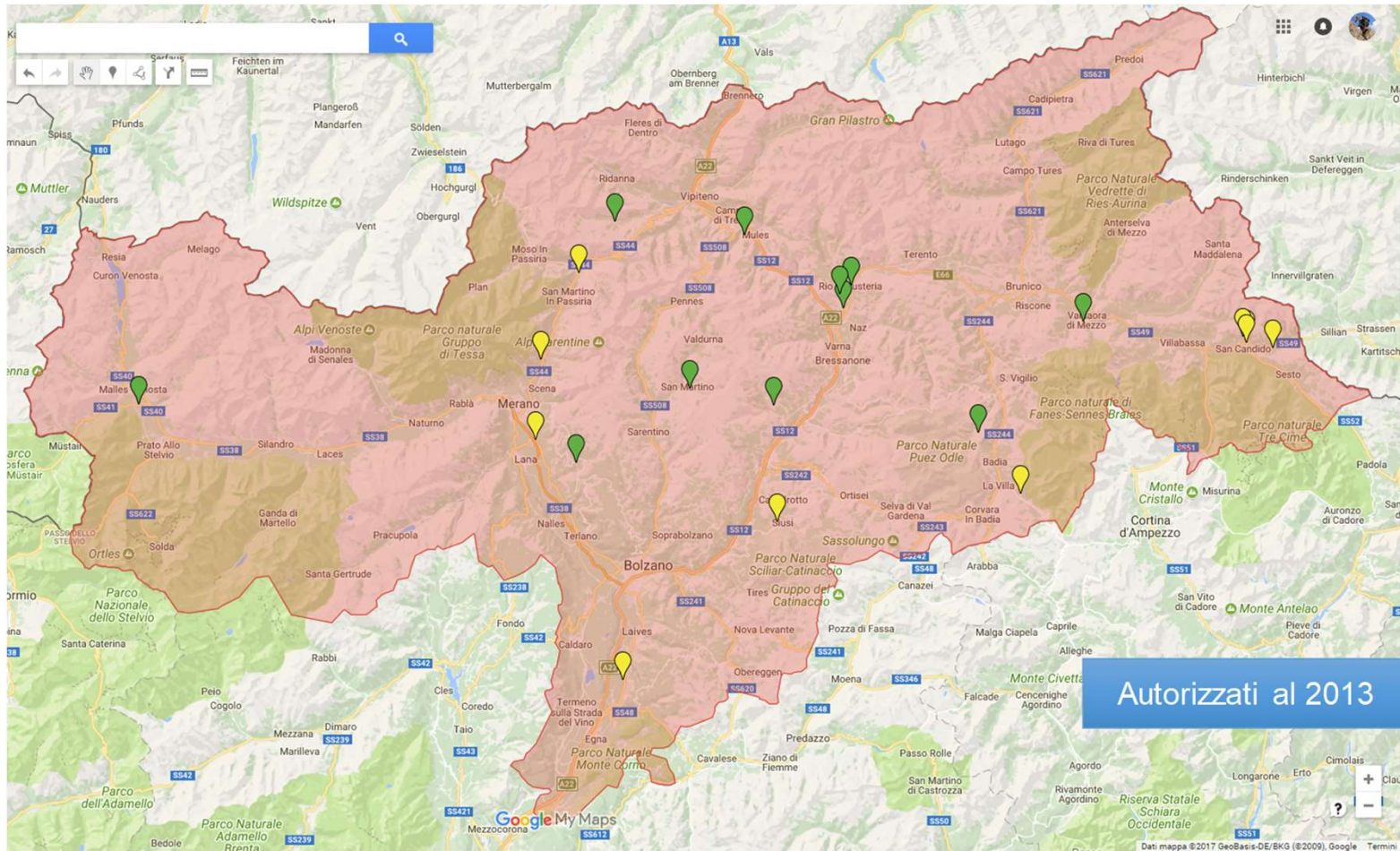
Evoluzione della gassificazione in Alto Adige



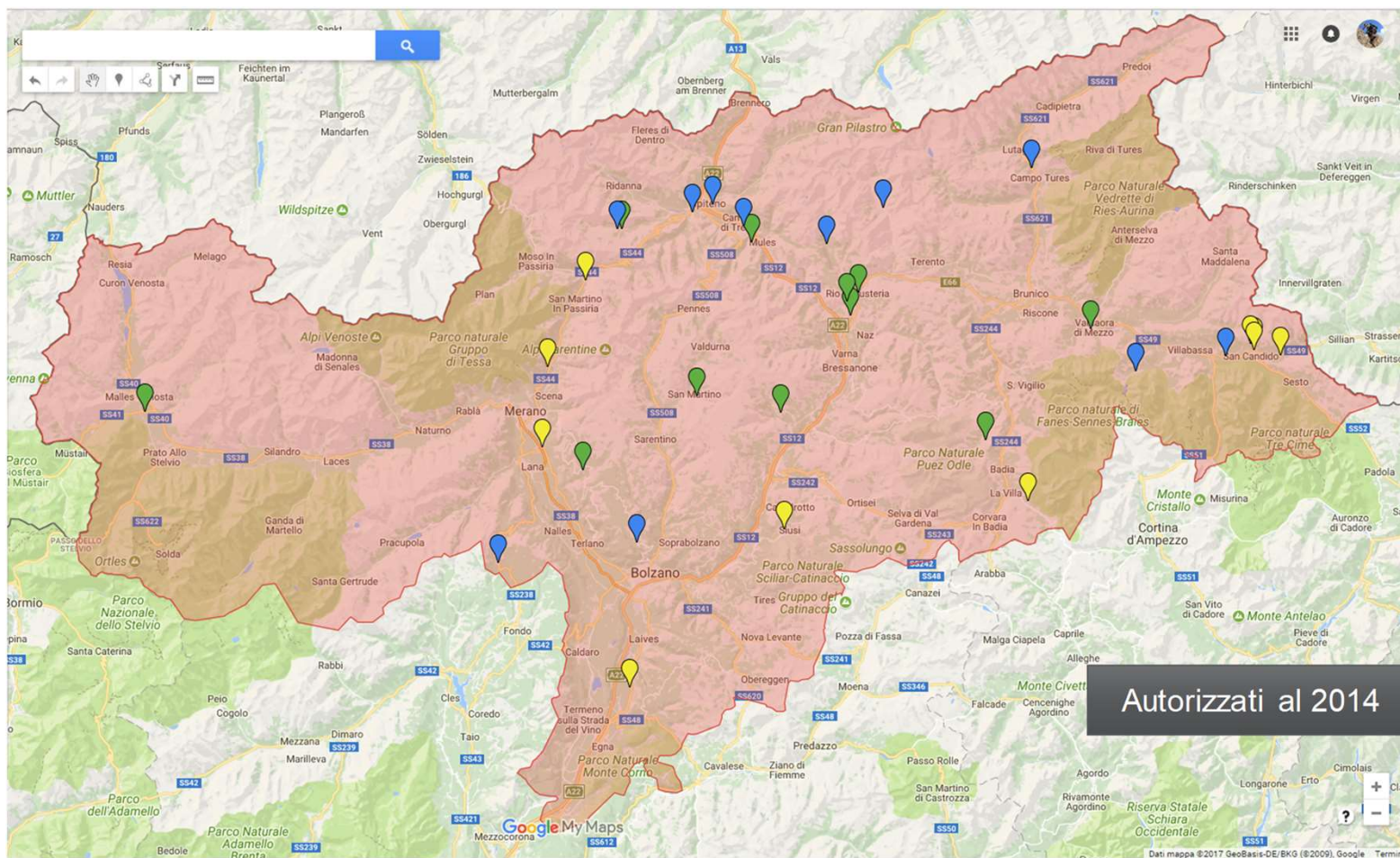
Evoluzione della gassificazione in Alto Adige



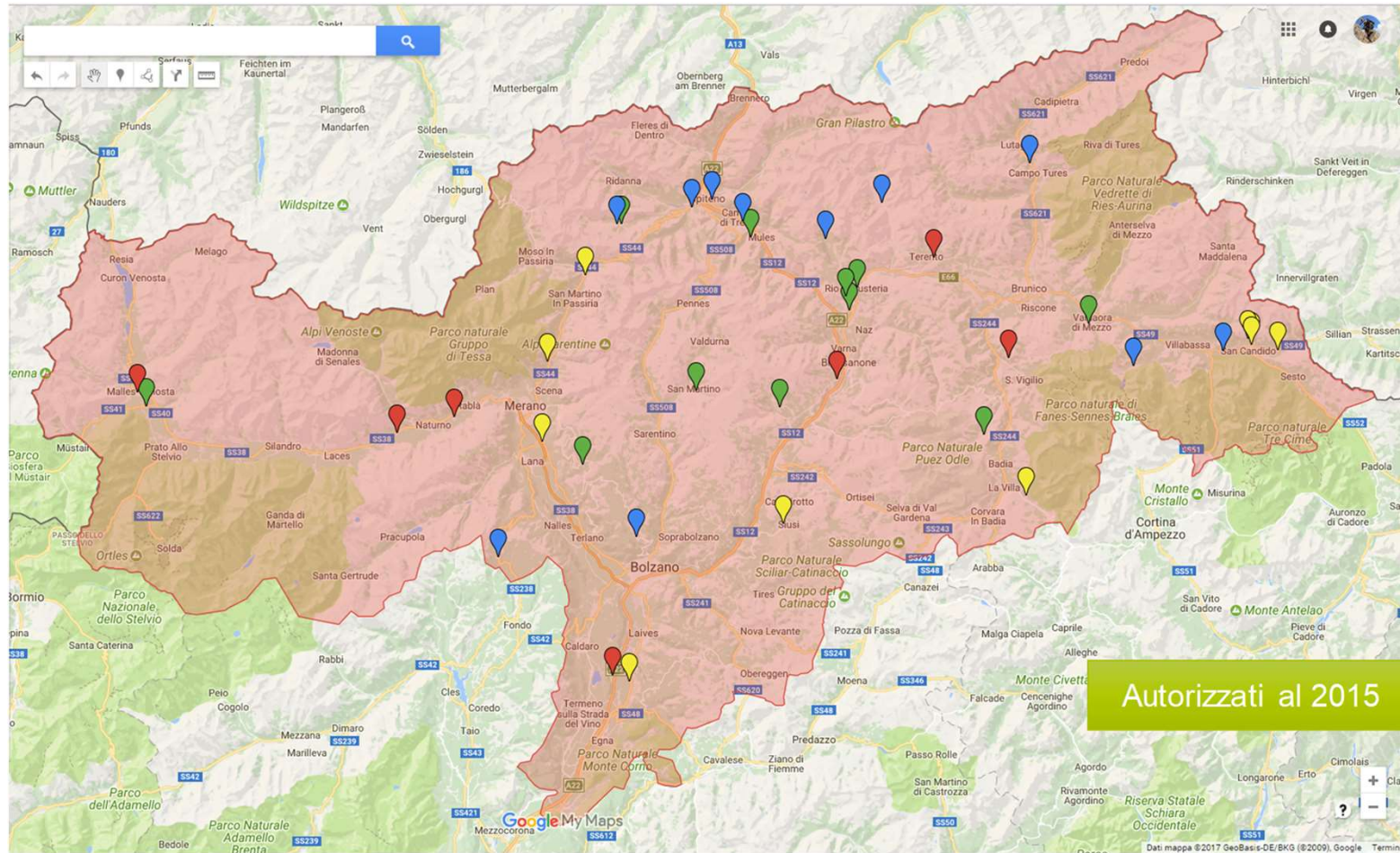
Evoluzione della gassificazione in Alto Adige



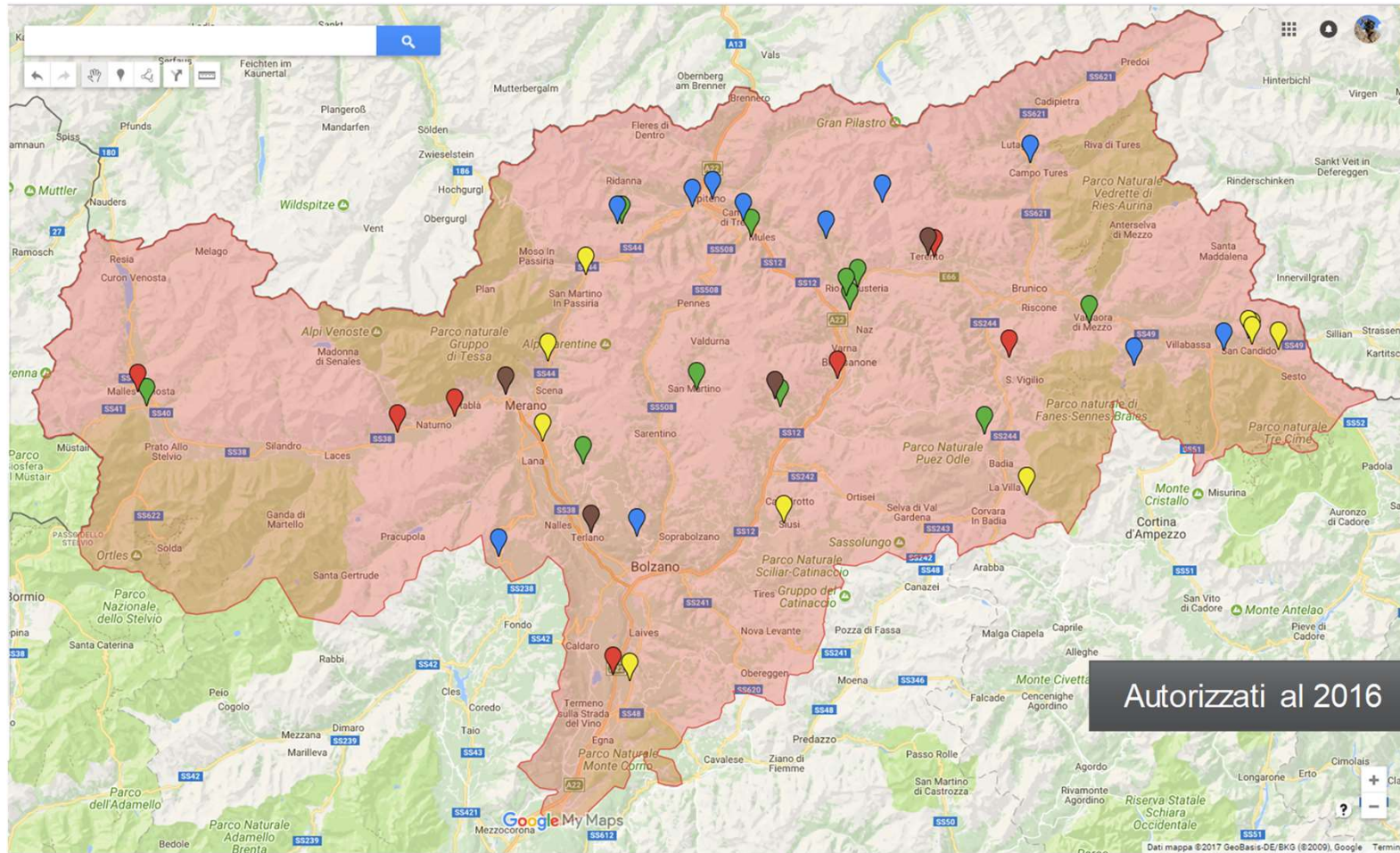
Evoluzione della gassificazione in Alto Adige



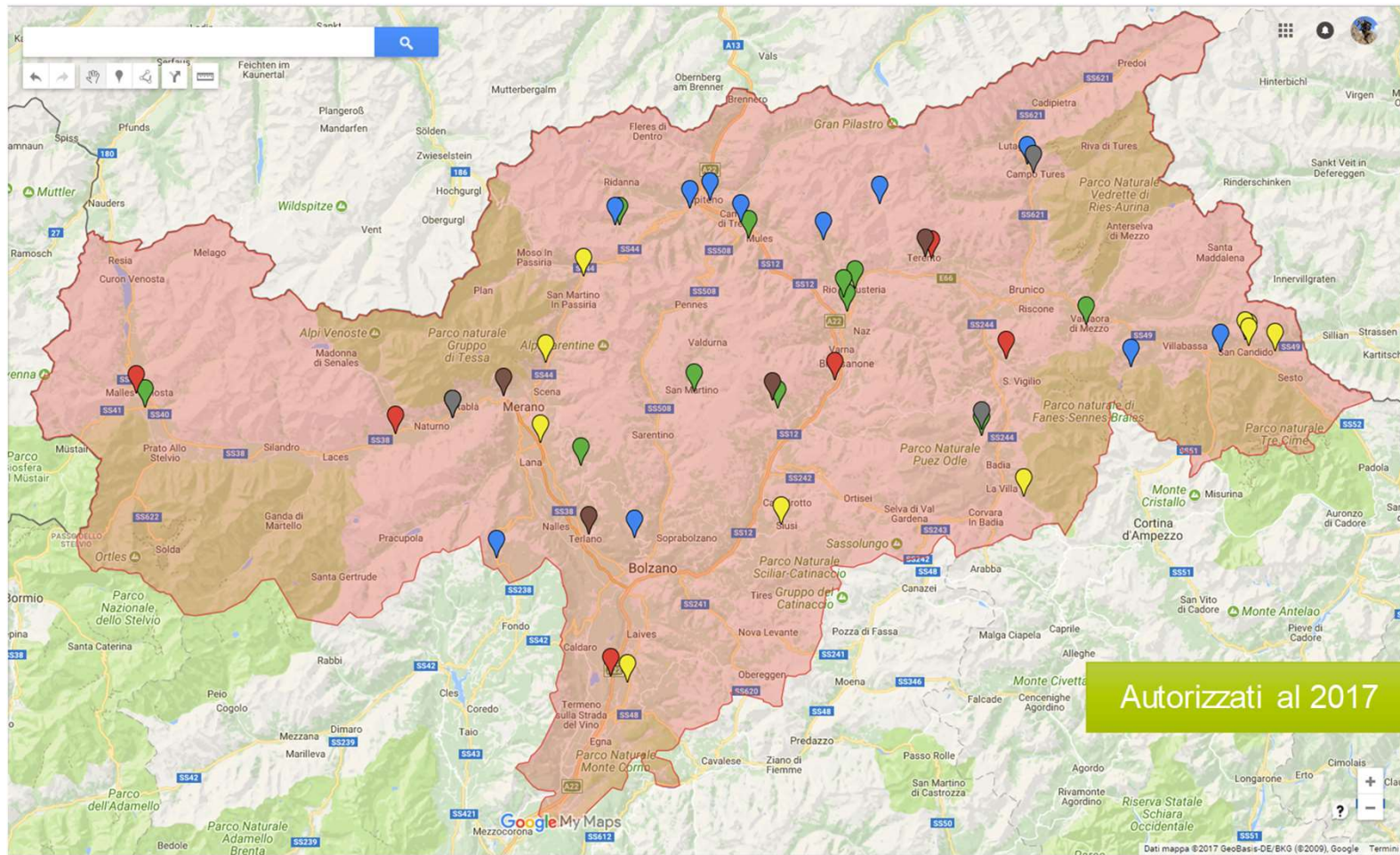
Evoluzione della gassificazione in Alto Adige



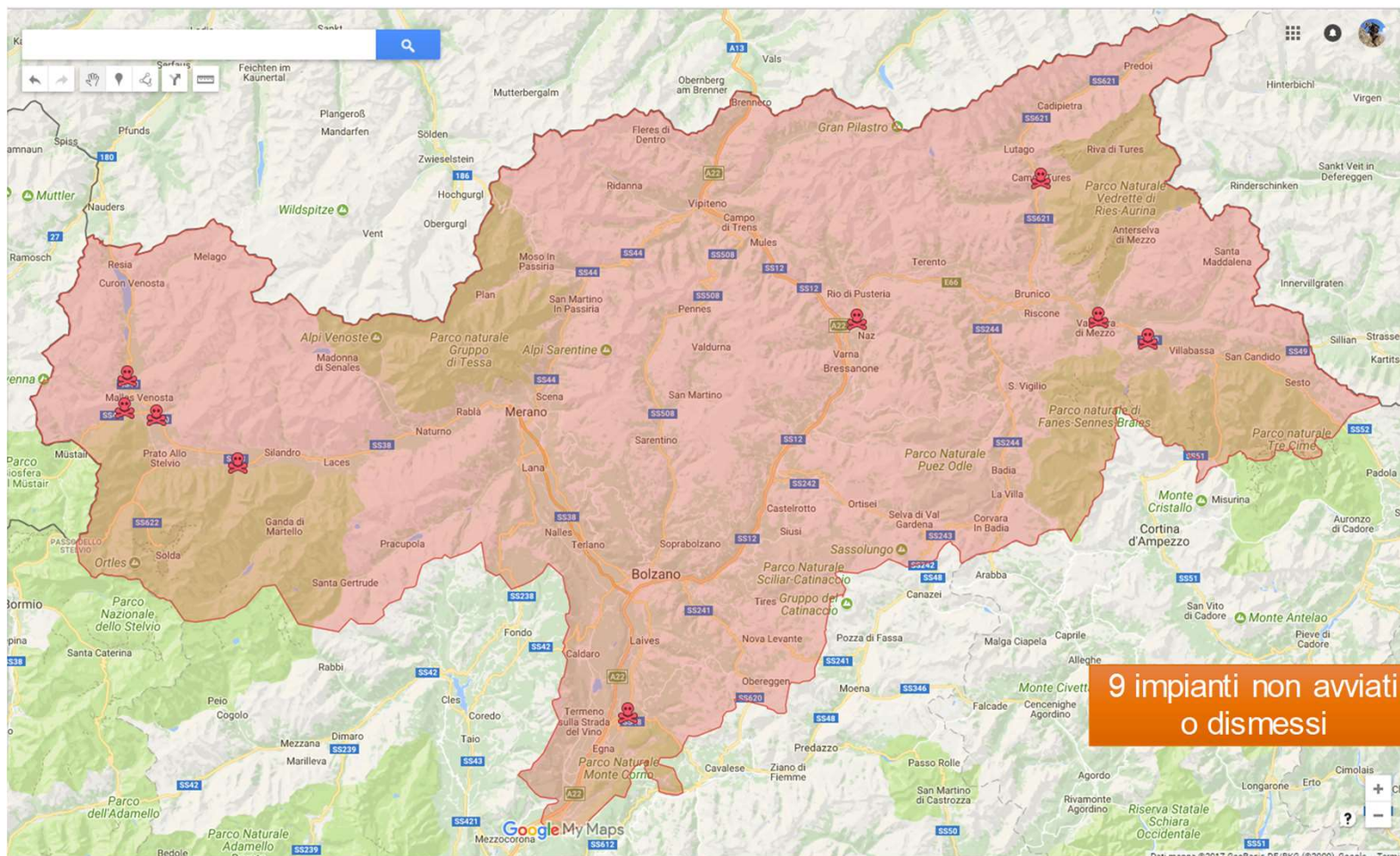
Evoluzione della gassificazione in Alto Adige



Evoluzione della gassificazione in Alto Adige

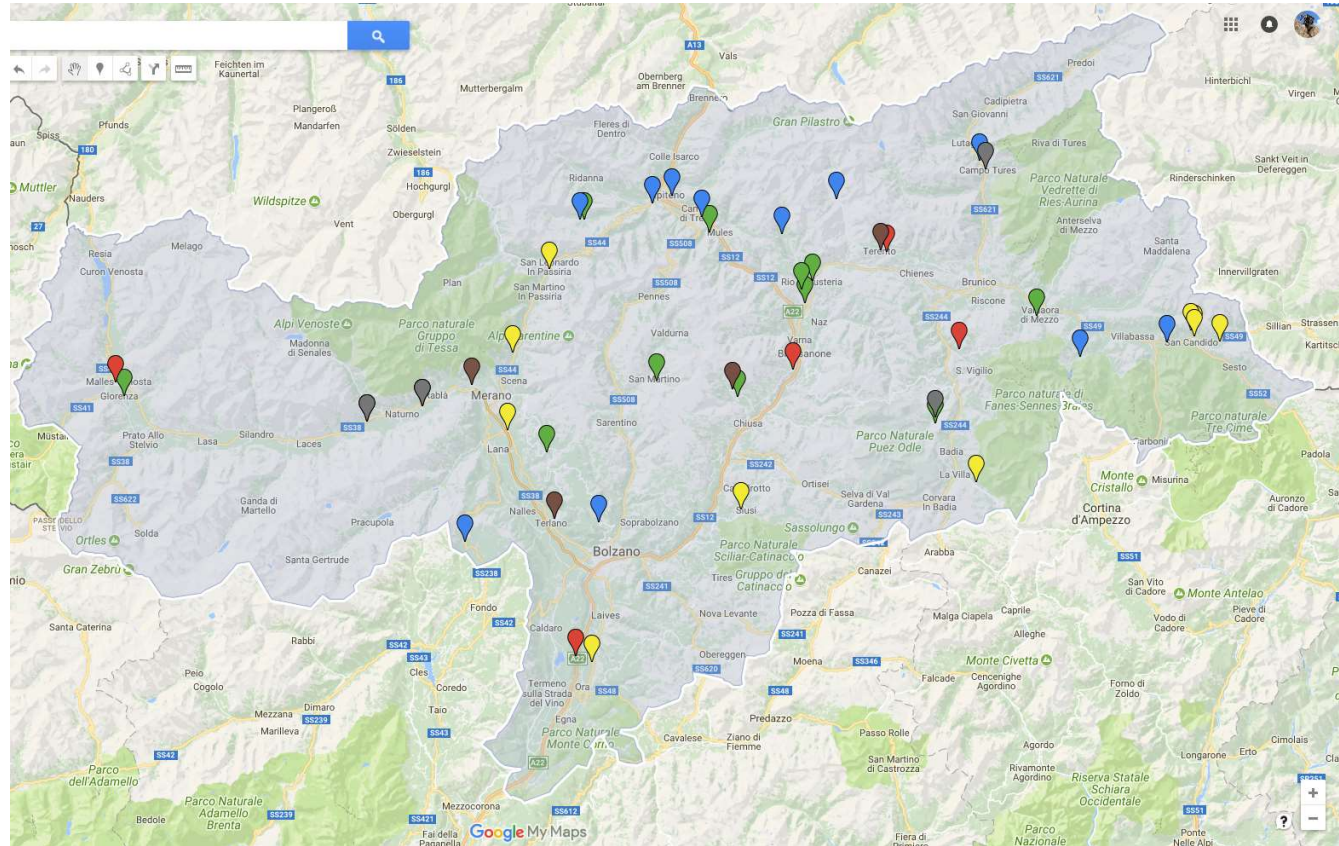


Evoluzione della gassificazione in Alto Adige



Evoluzione della gassificazione in Alto Adige

42 Impianti
10 Tecnologie



TEST AGRONOMICI PRELIMINARI

Caratterizzazione preliminare dei char

Char da impianti commerciali (A-H):

- Analisi elementare, IPA, PCB e DX

Impianto	Ceneri [%]	C [%]	H [%]	N [%]	O [%]	PCI [MJ/kg]
A	27.8	68.6	0.3	0.8	2.4	23.04
B	16.1	80.2	0.5	0.2	2.7	26.64
C	49.5	48.0	0.9	0.3	1.3	14.33
D	31.5	66.9	0.2	0.2	0.6	19.65
E	13.3	78.9	0.7	0.2	6.5	25.38
F	6.5	91.6	0.5	0.3	0.6	30.81
G	29.2	69.5	0.1	0.1	0.9	22.84
H	25.6	69.5	0.2	0.5	3.9	24.12

Impianto	Σ_{16} IPA [mg kg ⁻¹]	TEQ _{PCB} [ng kg ⁻¹]	TEQ _{DX} [ng kg ⁻¹]	Metalli pesanti*
A	5179.9	< 1	< 0.1	Cd, Cr, Zn
B	132.0	< 1	< 0.1	Cd, Cr, Zn
C	2.8	< 1	< 0.1	Cr, Zn
D	316.2	< 1	< 0.1	Cd, Cr
E	1225.2	< 1	< 0.1	Cd, Cr
F	123.8	< 1	< 0.1	Cr
G	31.7	< 1	< 0.1	--
H	916.2	< 1	< 0.1	Cr, Zn

Test di crescita mais (Zea Mays L.)

- 5 settimane (14/10 ore luce/buio, 24/19 °C, 70 % umidità)
- Suolo limoso-argilloso (Merano)
- Analisi clorofilla (SPAD), 5 misurazioni per pianta
- Campionamento foglie e suolo
- Analisi macro- e micronutrienti su foglie (ICP-OES)

Test di fitotossicità

- 3 char (B, F e H)
- 2 concentrazioni* ($8.5 \text{ g}_{\text{BIOCHAR}}/\text{kg}_{\text{SOIL}} : \underline{2.5 \text{ kg}/\text{m}^2}$, $17 \text{ g}_{\text{BIOCHAR}}/\text{kg}_{\text{SOIL}} : \underline{5 \text{ kg}/\text{m}^2}$)
- 5 ripetizioni + 1 controllo (= 35 vasi)

Analisi pH suolo (suolo in acqua distillata 1:2.5 p/v)

*: stesse concentrazioni del campo sperimentale



11.04.2018



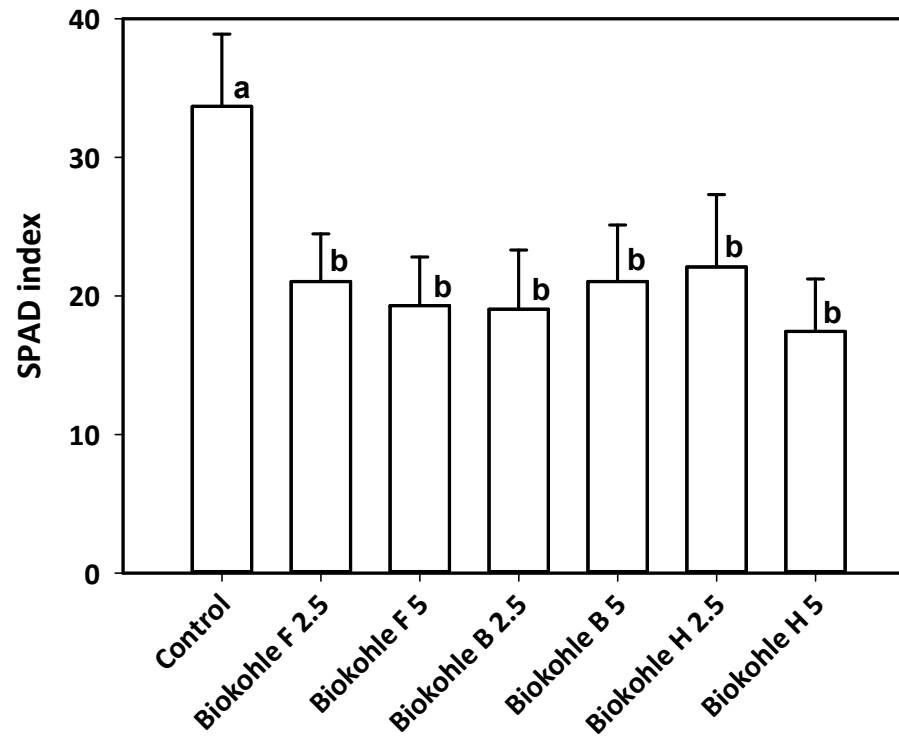
18.04.2018



26.04.2018

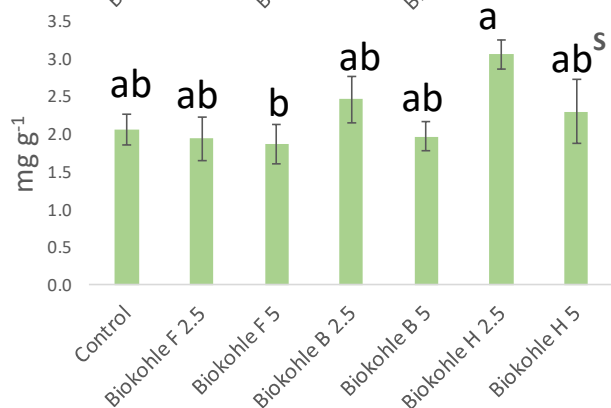
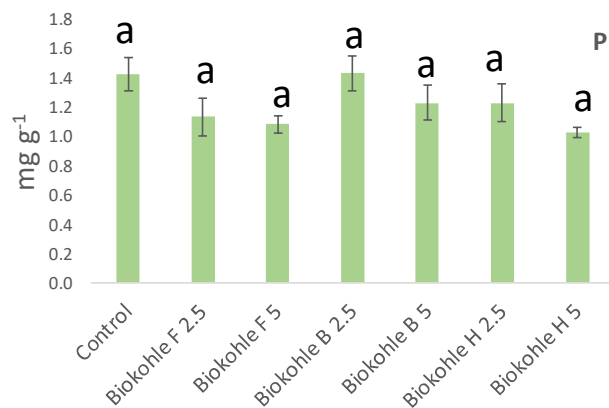
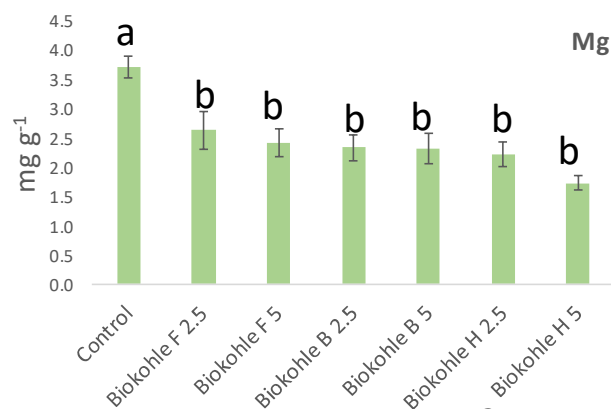
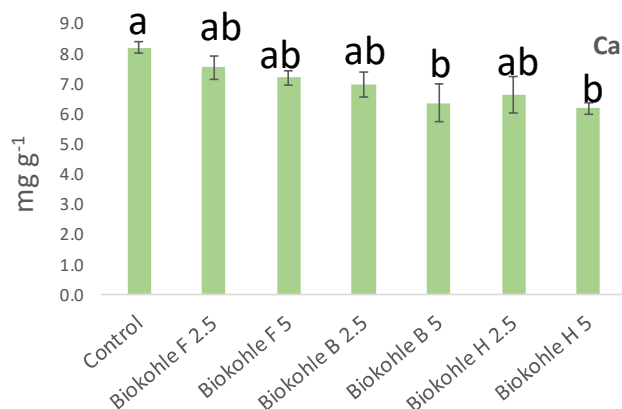


30.04.2018



- Riduzione dell'indice SPAD (-40%)
- Biomassa rimasta pressoché inalterata

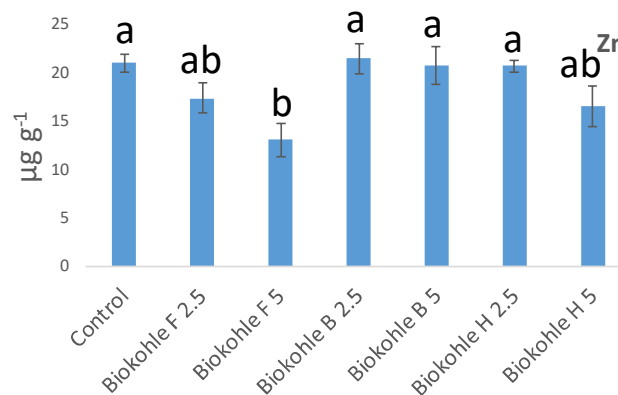
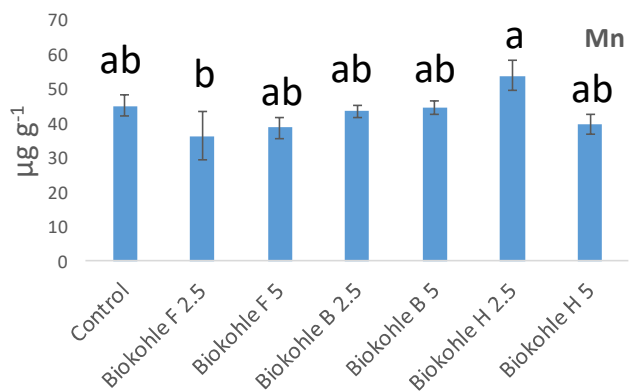
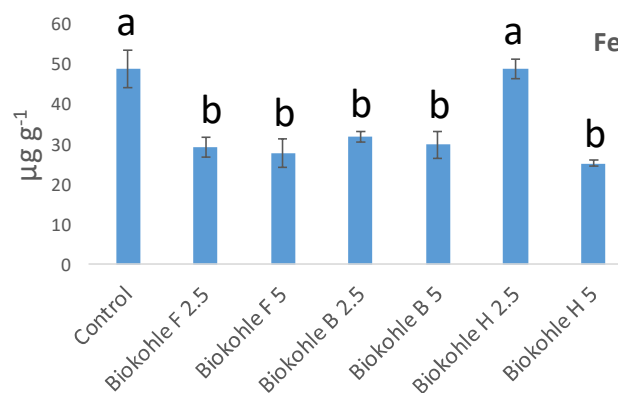
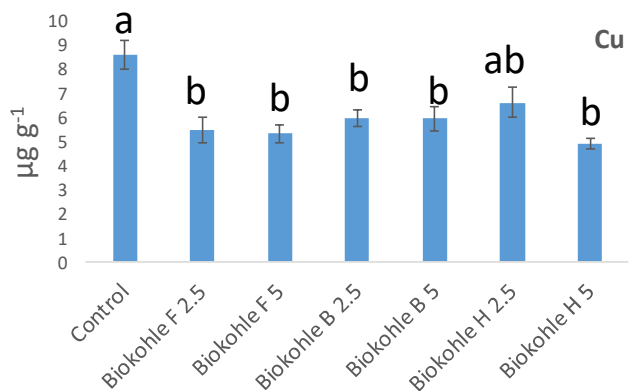
Macronutrienti



Nutrienti nelle foglie:

- ↓ Ca (significativo solo per B e H, alla dose 5)
- ↓ Mg (per ogni char)
- ↓ P (solo per char F a dose 5)
- ↔ S (per ogni char)

Micronutrienti



Nutrienti nelle foglie:

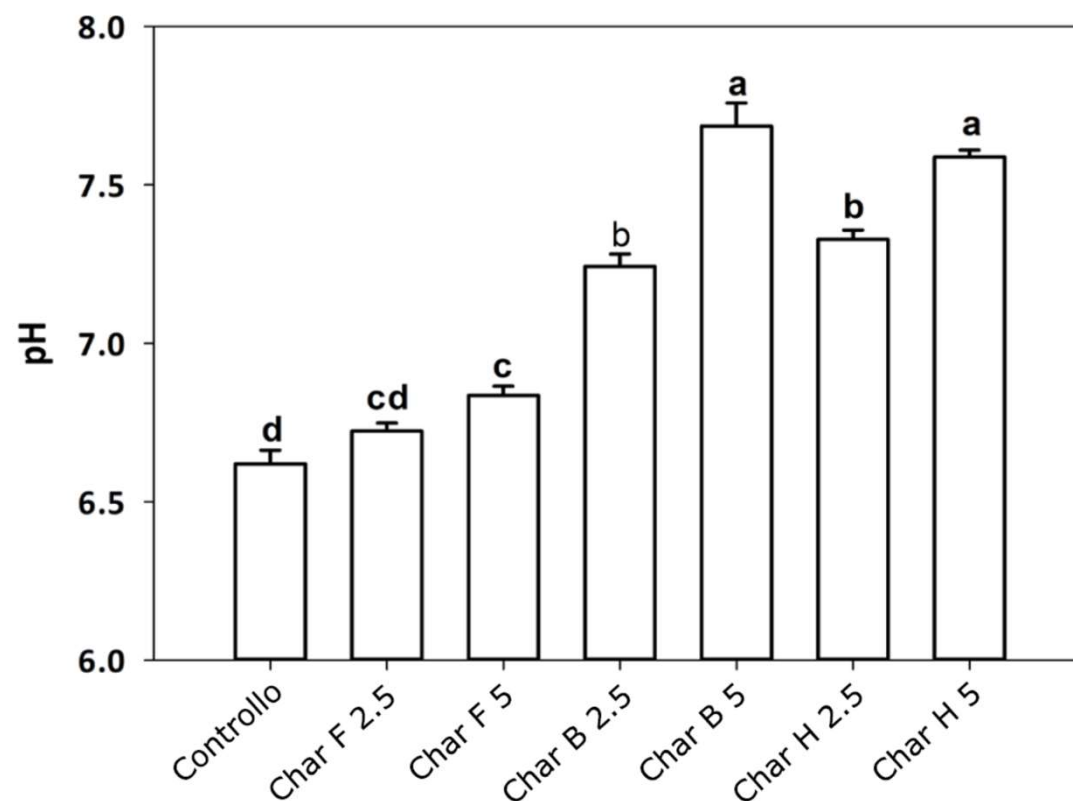
- ↓ Cu (tranne H alla dose 2.5)
- ↓ Fe (tranne H alla dose 2.5)
- Mn e Fe: variazioni tra trattamenti (F 2.5, H 2.5 e F 5)

Quindi:

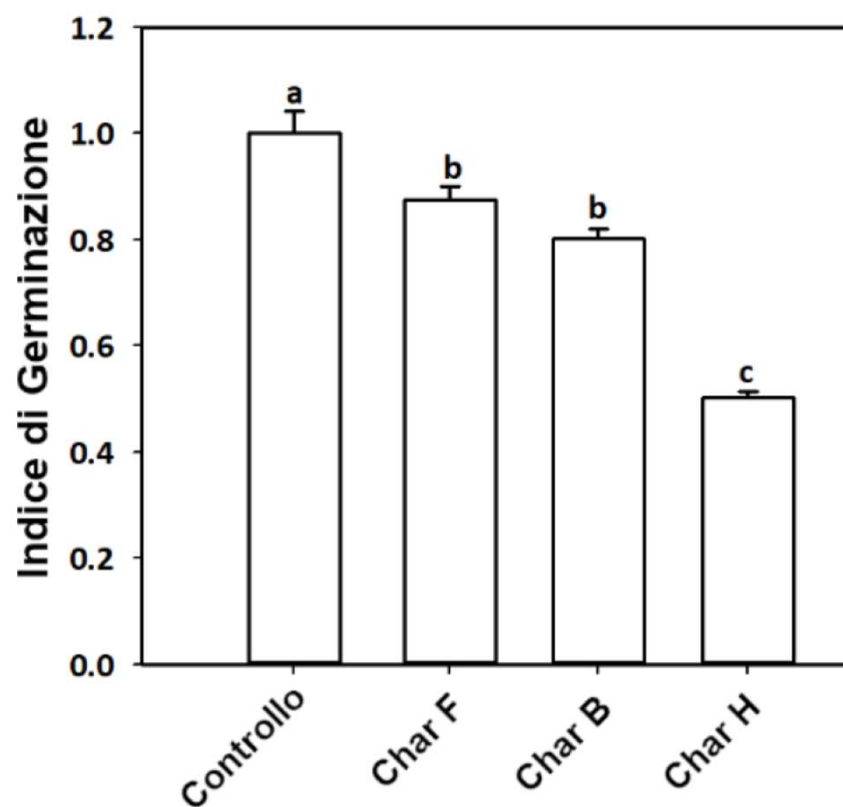
- Aggiunta char comporta diminuzione di: Mg, Cu e Fe
- Però, non si rilevano visibili carenze di macronutrienti nelle piante
- Non si può confermare l'effetto benefico del char

Analisi pH suolo (suolo in acqua distillata 1:2.5 p/v)

- Char F, B e H sono stati miscelati al suolo (dose 2.5 e 5)
- Il suolo è stato utilizzato per far crescere le piante di masi per 5 settimane
- Char da gassificazione è tipicamente alcalino
- Effetto: aumento pH anche di due unità
- I valori finali sono ancora accettabili



Test di germinazione su crescita (*Lepidium sativum* L.)



Test:

- n di semi germinati
- allungamento radicale
- Per valutare la presenza di sostanze inibitrici

Risultati:

- Tutti i char inducono riduzione dell'indice di germinazione
- Si ipotizza presenza sostanze fitotossiche

CONCLUSIONI

Conclusioni

- 8 char raccolti ed analizzati per valutare fitotossicità
- Nessun char soddisfa pienamente i limiti italiani per l'uso come ammendante (IPA e metalli alti)
- Necessità di post-trattamenti
- Char + suolo: non effetti fitotossici apparenti su mais
- Necessarie ulteriori analisi di supporto (EC, CEC, analisi diversità/attività microbica, ...)



Grazie

Silvia Celletti
Luigimaria Borruso
Fabio Valentinuzzi
Francesco Patuzzi

Prof. Marco Baratieri
Stefano Dal Savio
Prof. Stefano Cesco
Prof. Tanja Mimmo



Basso Daniele

Free University of Bolzano-Bozen
Faculty of Science and Technology
Tel: +39 0471 017745

daniele.basso@unibz.it

Bolzano, 23 ottobre 2020



Analisi comparata di biochar prodotti in Alto Adige e biochar prodotti in condizioni controllate e possibilità di upgrade tecnologico

D. Basso^a, E. Cordioli^a, E. Bonadio^b, F. Patuzzi^a, S. Dal Savio^b, T. Mimmo^a, M. Baratieri^a

^a Faculty of Science and Technology, Free University of Bozen – Bolzano

^b NOI Spa

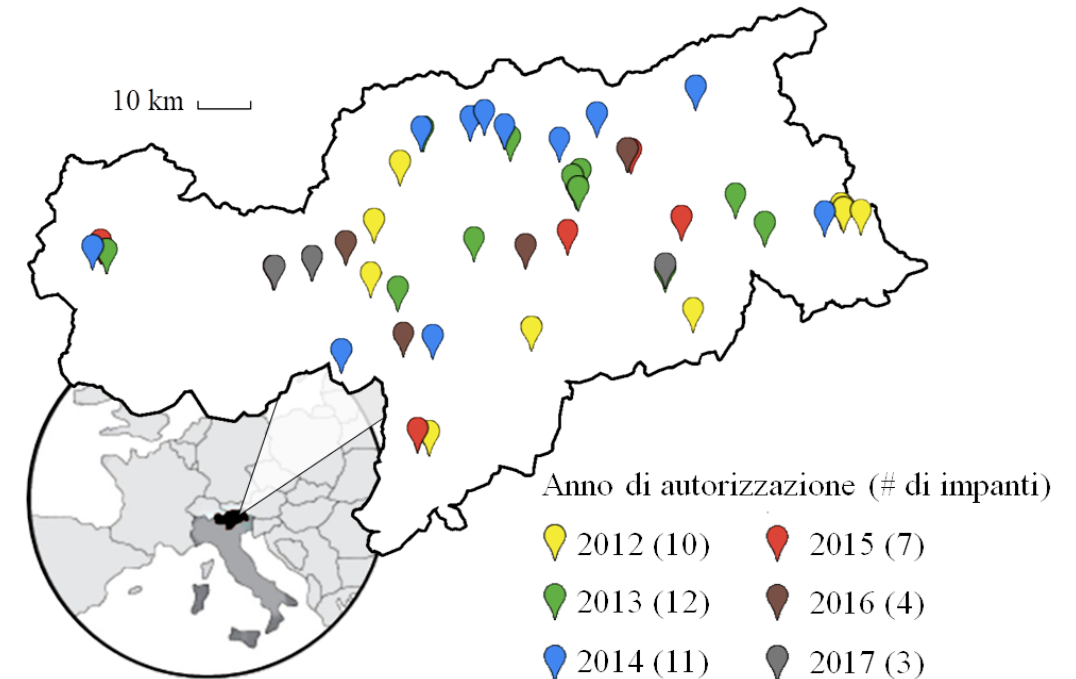
Bolzano, 23 Ottobre 2020



TECHPARK
SÜDTIROL / ALTO ADIGE

Background e obiettivi

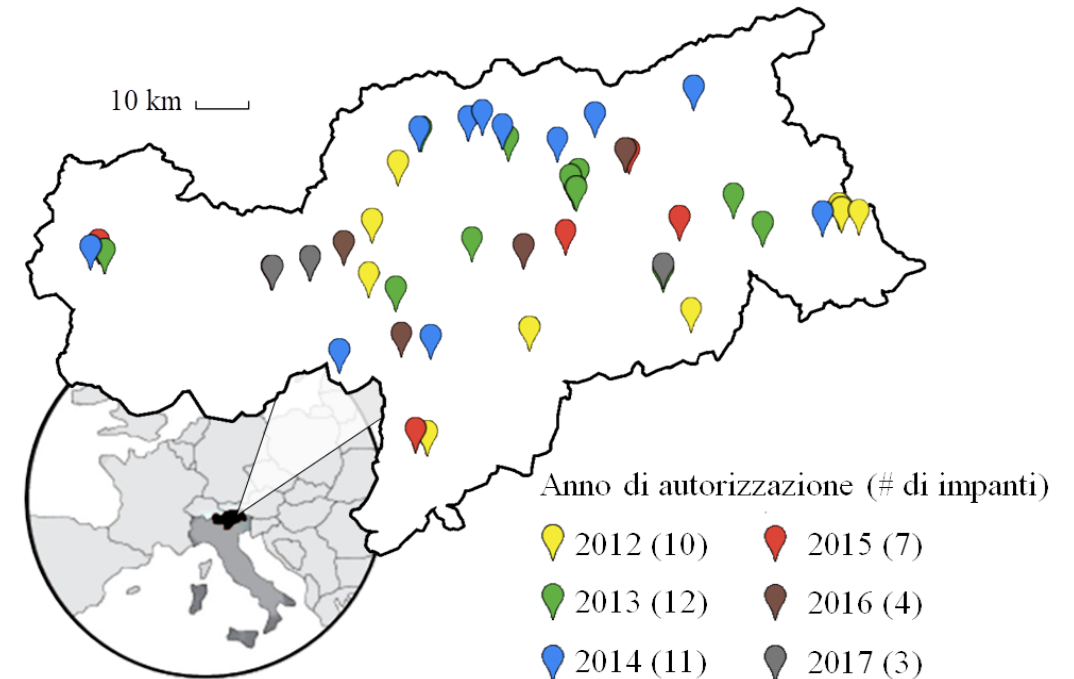
- ❑ Stato dell'arte della diffusione in Alto Adige della tecnologia di **gassificazione a piccola scala** ($< 50 \text{ kW}_{el}$)
- ❑ Analisi quantitativa e qualitativa dei **flussi** di char prodotto negli impianti
- ❑ Confronto dei parametri chimico-fisici dei char prodotti negli impianti e di char prodotti in condizioni controllate con i **limiti normativi** imposti sugli ammendanti in agricoltura
- ❑ Valutazione della possibilità di upgrade tecnologico per rendere gli impianti poli-generativi: produzione di **energia elettrica, energia termica e biochar**



Background e obiettivi

In Alto Adige:

- ❑ > 40 impianti di gassificazione di biomassa legnosa
- ❑ annualmente vengono prodotte ca. **1300 ton di char**
- ❑ il char prodotto viene smaltito come rifiuto al costo di ca. 150 – 160 €/ton
- ❑ possibile utilizzo del char come ammendante in ambito agricolo ossia come **biochar**?

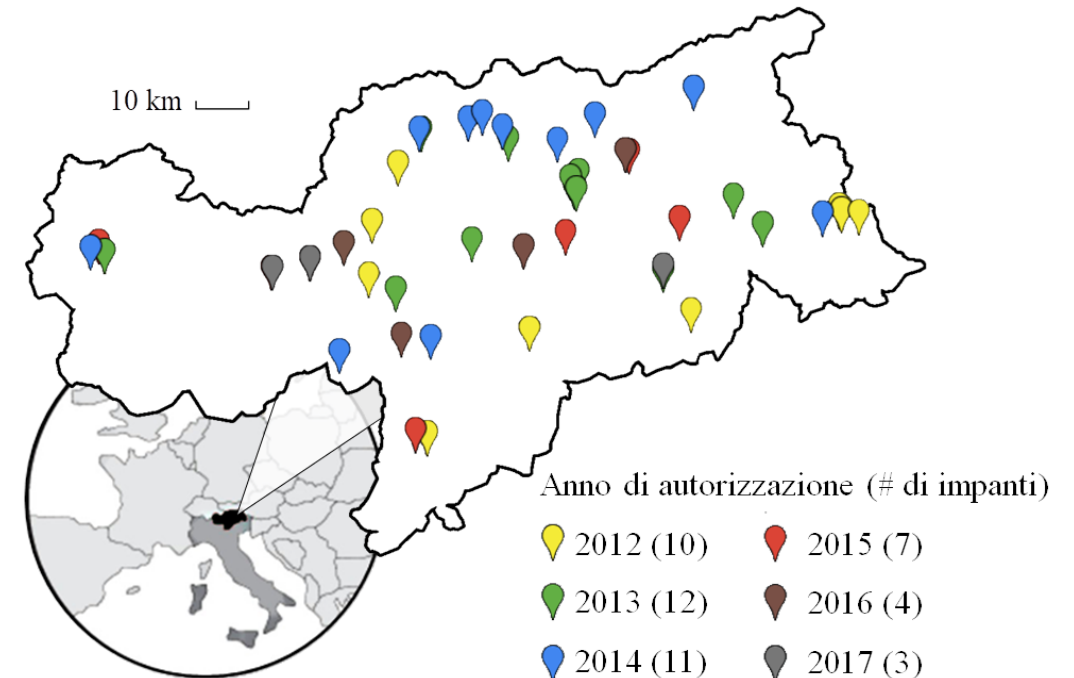


Background e obiettivi

In Alto Adige:

- ❑ > 40 impianti di gassificazione di biomassa legnosa
- ❑ annualmente vengono prodotte ca. **1300 ton di char**
- ❑ il char prodotto viene smaltito come rifiuto al costo di ca. 150 – 160 €/ton
- ❑ possibile utilizzo del char come ammendante in ambito agricolo ossia come **biochar**?

1. Effetti benefici per il terreno
2. Riduzione dei costi di smaltimento e dei costi operativi complessivi dei gassificatori



Mappatura degli impianti di gassificazione in Alto Adige

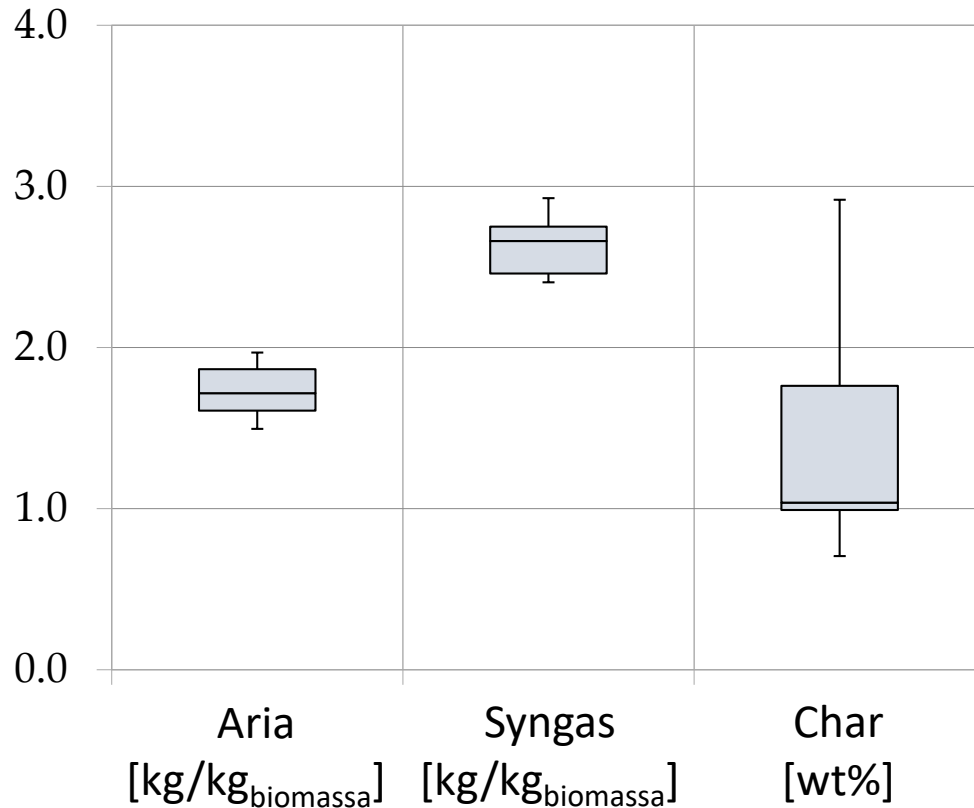
- ❑ 42 impianti, 11 tecnologie
- ❑ Potenza totale installata: $6,7 \text{ MW}_{el}$
- ❑ Produzione annua: $52 \text{ GWh}_{el} + 101 \text{ GWh}_{th}$



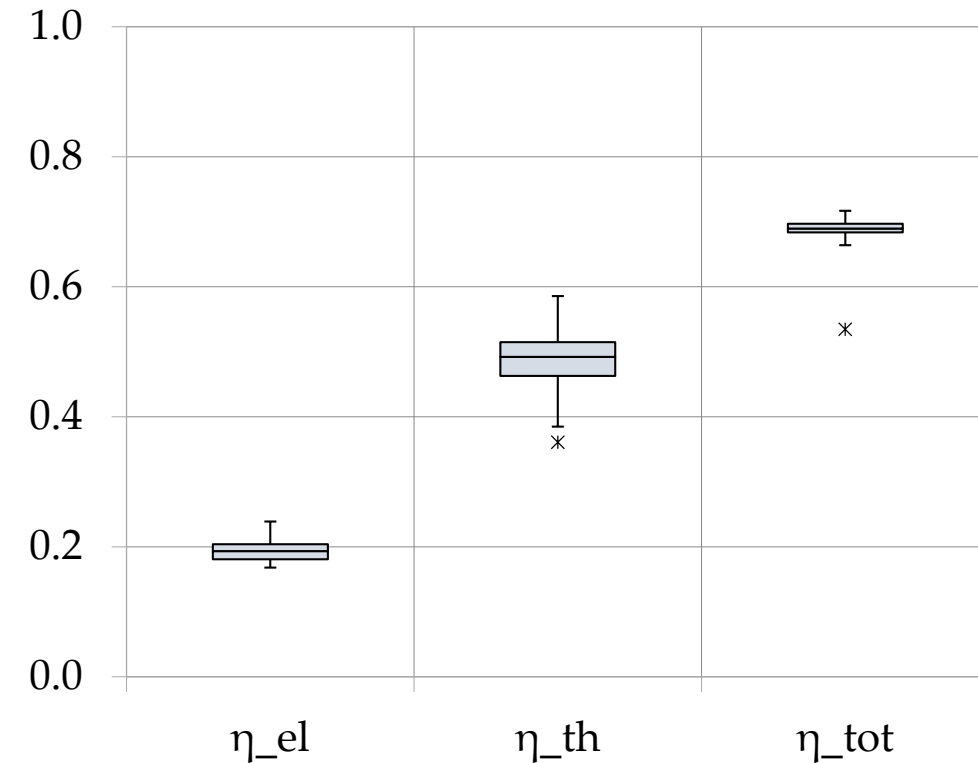
- ❑ Tipologia di reattore
 - downdraft a letto fisso
 - a letto fluido doppio stadio
 - rising co-current
- ❑ Tipologia di biomassa
 - cippato
 - pellet
- ❑ Tipologia residuo solido
 - char secco/umido
 - ceneri
 - liquidi di condensa

Mappatura degli impianti di gassificazione in Alto Adige

Flussi



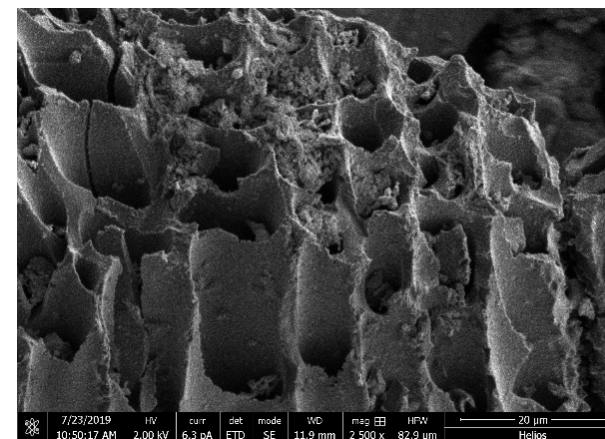
Rendimenti



Caratterizzazione dei char prodotti in Alto Adige

Tecnologia	A	B	C	D	E	F	G	H
Ceneri [%]	27,84	16,08	49,52	31,50	13,34	6,49	29,17	25,64
C [%]	68,63	80,23	48,03	66,96	78,97	91,59	69,46	69,49
H [%]	0,33	0,49	0,89	0,18	0,68	0,52	0,11	0,20
N [%]	0,83	0,23	0,25	0,16	0,20	0,25	0,12	0,46
S [%]	n.d.	0,28	n.d.	0,63	0,31	0,56	0,27	0,33
O* [%]	2,37	2,69	1,31	0,57	6,50	0,60	0,87	3,88
HHV [MJ/kg]	23,11	26,74	14,52	19,69	25,53	30,92	22,87	24,17
LHV [MJ/kg]	23,04	26,64	14,33	19,65	25,38	30,81	22,84	24,12
Umidità [%]	n.d.	1,04	n.d.	81,73	2,58	1,59	0,23	2,02
Sup. specif. [m ² /g]	352	128	78	281	587	272	320	306

* per differenza





Caratterizzazione dei char prodotti in Alto Adige

Tecnologia	A	B	C	D	E	F	G	H
K [mg/kg]	18570.4	14810.4	18974.8	14106.5	12273.9	6429.8	31825.2	15711.6
Mg [mg/kg]	5522.6	4802.7	11467.5	4931.4	3680.8	1562.4	9330.9	4268.6
Ca [mg/kg]	4670.3	14528.7	3400.4	11431.8	14790.1	10792.5	4621.6	16714.4
Mn [mg/kg]	3036.3	5154	7056.8	839.1	903.9	557.3	2905.9	3408
Al [mg/kg]	803.2	299.6	988.5	7081.8	488.4	141.9	680.3	165.9
Fe [mg/kg]	615.9	511.9	2509.3	589.3	2162.1	138.2	759.7	351
Zn [mg/kg]	478.1	449.7	1316.9	182.6	263.1	84	397.4	346.6
Na [mg/kg]	268.4	1724.9	235.7	495.1	341.8	238	450.1	576.8
Sr [mg/kg]	50.5	48.8	57.8	38.8	65.2	60.8	26.1	55.8
Rb [mg/kg]	41.8	71.1	43.3	35.1	21.3	15.3	73.9	43.1
Ti [mg/kg]	36.4	40.7	47.7	38.9	46.1	13	35.7	23
Cu [mg/kg]	34.4	54.9	73.3	26.5	24.8	8	46.9	34.6
Ba [mg/kg]	26.4	42.4	15.5	57.2	41.1	69.8	29.4	34.5
Li [mg/kg]	9.9	8.7	6.9	9.1	9.6	8	6.8	10.4
Cr [mg/kg]	6.6	5.3	14.3	3.9	383.3	2.7	16.7	28.7
Ni [mg/kg]	6.6	12.8	16.5	5.3	274.2	4.2	40.6	61.9
Cd [mg/kg]	1.5	5.9	0.1	1.7	1.8	0.5	0.4	0.1
V [mg/kg]	1	0.6	1.3	0.9	3.2	0.3	1	0.5
Co [mg/kg]	0.9	3	3.1	0.5	4.3	1.3	8.1	1.8
Mo [mg/kg]	0.9	1.5	2.1	0.7	7.3	0.4	2.6	1.5
Pb [mg/kg]	0.4	1.6	0.2	0.4	0.4	0.7	0.4	0.3

Analisi dei **minerali** e dei **metalli** presenti nei char

Altro: Sb, Se, Tl, Sn, As (0 – 1,2 mg/kg)

+ analisi **diossine**, **policlorobifenili (PCB)**, **idrocarburi policiclici aromatici (IPA)**



confronto con limiti normativi (D.Lgs. 75/2010 e s.m.i.)

Char prodotti in condizioni controllate

- ❑ Char prodotti in laboratorio
- ❑ Tipologia reattore:
 - downdraft (20 kW)
 - downdraft open top (5 kW)
- ❑ Tipologia biomassa:
 - cippato di legno
- ❑ Carico:
 - 50%, 75%, 100%



Char	Condizioni di produzione
R100	Biomassa: cippato di legno Tipologia reattore: downdraft, open top Carico: 100% del carico nominale
R75	Biomassa: cippato di legno Tipologia reattore: downdraft, open top Carico: 75% del carico nominale
R50	Biomassa: cippato di legno Tipologia reattore: downdraft, open top Carico: 50% del carico nominale
O-R	Biomassa: cippato di legno Tipologia reattore: downdraft (20 kW) Char: prelevato all'interno del reattore
O-C	Biomassa: cippato di legno Tipologia reattore: downdraft (20 kW) Char: prelevato all'interno del ciclone (sezione filtrante)
Q	Biomassa: cippato di legno Tipologia reattore: downdraft, open top (5 kW)



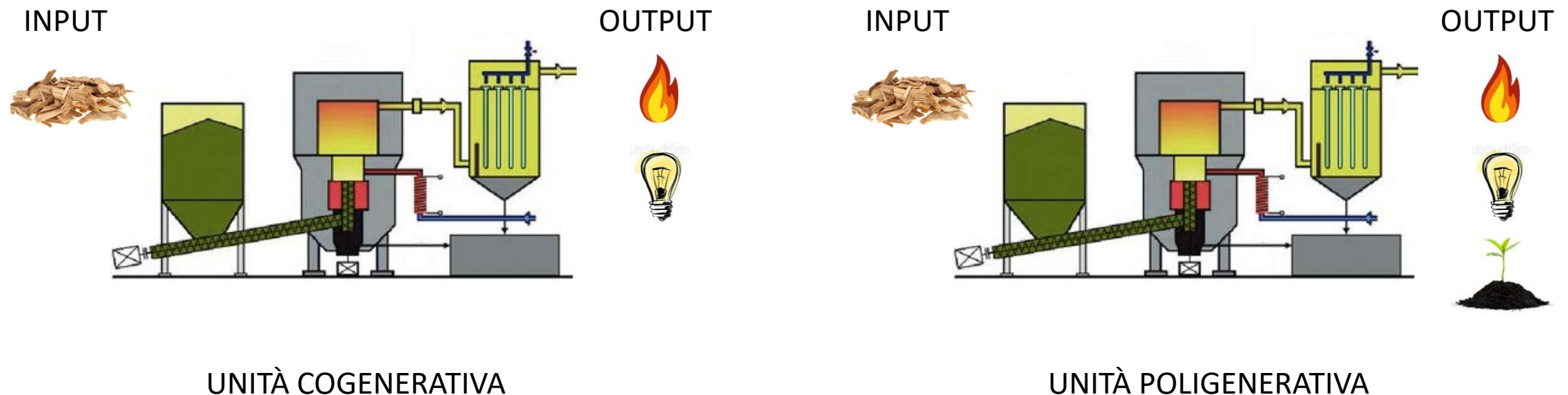
Confronto con i limiti normativi

Ref. D.Lgs. 75/2010 e s.m.i.

	C	H/C	Ceneri	Umidità	Cr (tot)	Cr VI	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb	Σ IPA	TEQ _{PCB}	TEQ _{DX}
	[%]	[mol/mol]	[%]	[%]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[ng/kg]	[mg/kg]
Limiti	> 20	< 0,7	< 60	> 20	--	<0.5	100	230	500	1,5	140	6	0,5	9
A	68,6	0,0	27,8	-	6,6	1,8	6,6	34,4	478,1	1,5	0,4	5179,9	<1	<0,1
B	80,2	0,1	16,1	1,0	127,8	1,4	248,7	84,6	246,8	2,4	0,9	132,0	<1	<0,1
C	48,0	0,2	49,5	-	14,3	0,5	16,5	73,3	1316,9	0,1	0,2	2,8	<1	<0,1
D	67,0	0,0	31,5	81,7	3,9	-	5,3	26,5	182,6	1,7	0,4	316,2	<1	<0,1
E	79,0	0,1	13,3	2,6	383,3	25,4	274,2	24,8	263,1	1,8	0,4	1225,2	<1	<0,1
F	91,6	0,0	6,5	1,6	2,7	<0,5	4,2	8,0	84,0	0,5	0,7	123,8	<1	<0,1
G	69,5	0,0	29,2	0,2	16,7	-	40,6	46,9	397,4	0,4	0,4	31,7	<1	<0,1
H	69,5	0,0	25,6	2,0	28,7	<0,5	61,9	34,6	346,6	0,1	0,3	916,2	<1	<0,1
R100	62,1	0,1	17,9	3,0	3,8	1,0	2,6	9,4	29,0	0,0	-	132,6	-	-
R75	41,4	0,0	28,0	3,7	4,0	2,2	6,4	21,9	95,2	0,1	-	193,3	-	-
R50	48,5	0,0	29,7	6,6	10,0	2,7	35,2	42,6	205,2	0,4	-	414,8	-	-
O-R	71,1	0,0	11,2	1,4	6,2	-	4,0	11,7	14,8	0,1	-	34,2	-	-
O-C	23,9	0,1	54,2	1,7	46,7	1,2	45,2	41,2	288,9	0,5	-	409,4	-	7,0
Q	84,9	0,2	3,9	3,0	1,7	-	2,4	8,0	48,5	0,0	-	27,0	-	-

Analisi tecnico-economica sui possibili interventi di ottimizzazione d'impianto in un'ottica poligenerativa

- Tool (Excel) per confrontare prestazioni di un impianto nella *configurazione originale* con quelle nella *configurazione ottimizzata*





Analisi tecnico-economica sui possibili interventi di ottimizzazione d'impianto in un'ottica poligenerativa

- ❑ Tool (Excel) per confrontare prestazioni di un impianto nella *configurazione originale* con quelle nella *configurazione ottimizzata*
- ❑ Limiti dell'ottimizzazione:
 - impossibilità di variare i parametri di funzionamento degli impianti (perdita degli incentivi, malfunzionamenti)
 - impossibilità di effettuare interventi significativi, es. sostituzione della tipologia di reattore (perdita dell'idoneità di esercizio)
 - indisponibilità dei gestori di impianto ad implementare modifiche dall'esito incerto



Analisi tecnico-economica sui possibili interventi di ottimizzazione d'impianto in un'ottica poligenerativa

- ❑ Tool (Excel) per confrontare prestazioni di un impianto nella *configurazione originale* con quelle nella *configurazione ottimizzata*
- ❑ Limiti dell'ottimizzazione:
 - impossibilità di variare i parametri di funzionamento degli impianti (perdita degli incentivi, malfunzionamenti)
 - impossibilità di effettuare interventi significativi, es. sostituzione della tipologia di reattore (perdita dell'idoneità di esercizio)
 - indisponibilità dei gestori di impianto ad implementare modifiche dall'esito incerto
- ❑ Analisi economica che considera una possibile modifica d'impianto in grado di trasformare il char prodotto da costo a risorsa (biochar)



Analisi tecnico-economica sui possibili interventi di ottimizzazione d'impianto in un'ottica poligenerativa

Configurazione ottimizzata

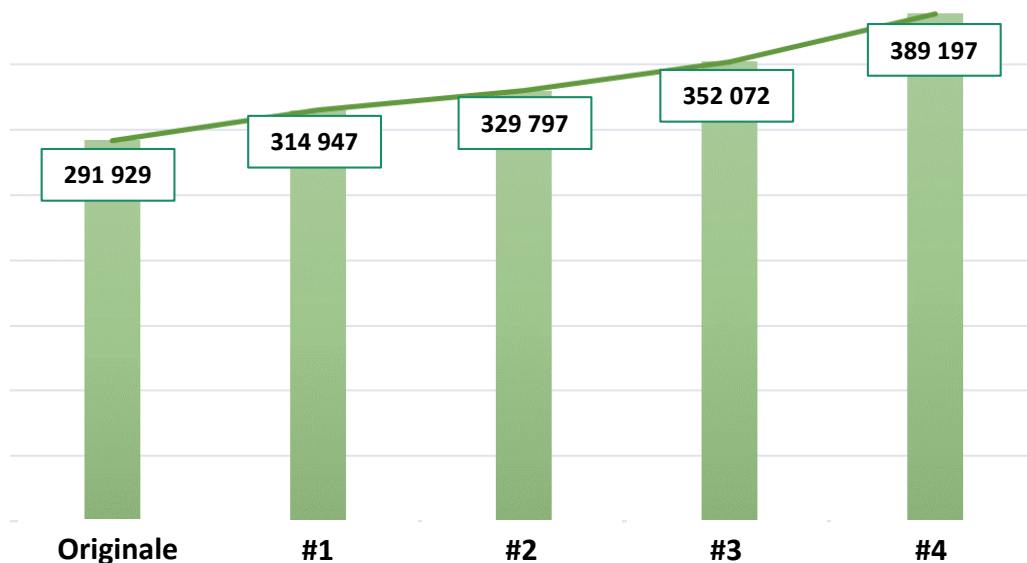
- ❑ Produzione di energia elettrica, termica e char pari a quella della configurazione originale
- ❑ Modifica dell'impianto esistente al decimo anno di attività (vita utile impianto ca. 20 anni)
- ❑ Prezzo di vendita del biochar: 0 – 500 €/ton

Configurazione	Biochar
Configurazione originale	smaltimento a 155€/ton
Configurazione ottimizzata #1	smaltimento a costo nullo (utilizzo nell'industria delle costruzioni)
Configurazione ottimizzata #2	vendita a 100 €/ton
Configurazione ottimizzata #3	vendita a 200 €/ton
Configurazione ottimizzata #4	vendita a 500 €/ton



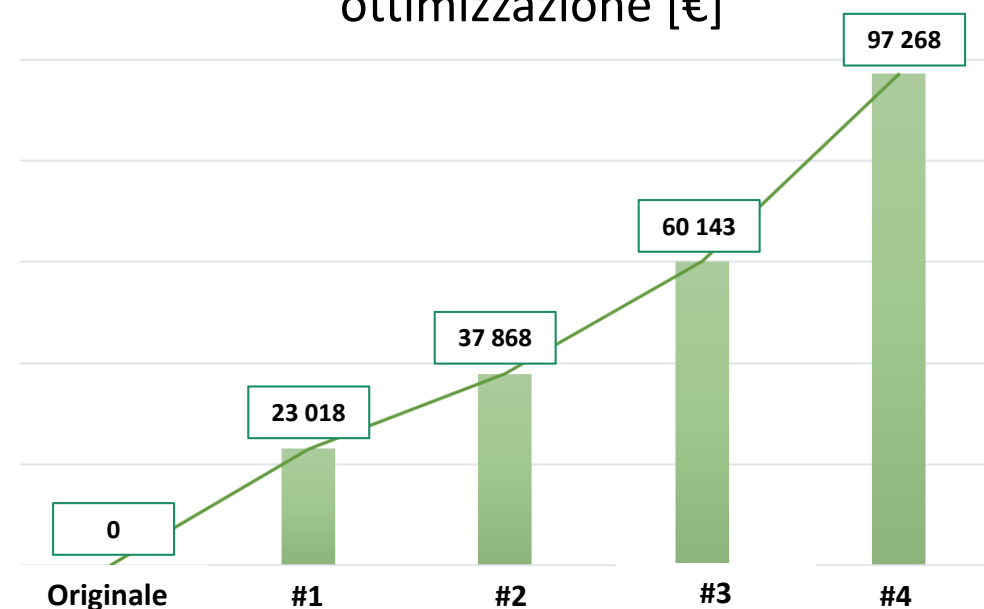
Analisi tecnico-economica sui possibili interventi di ottimizzazione d'impianto in un'ottica poligenerativa

Capitale cumulato dopo 20 anni [€]



Configurazione	Biochar
Originale	smaltimento (155€/ton)
#1	smaltimento (0 €/ton)
#2	vendita (100 €/ton)
#3	vendita (200 €/ton)
#4	vendita (500 €/ton)

Capitale disponibile per intervento di ottimizzazione [€]

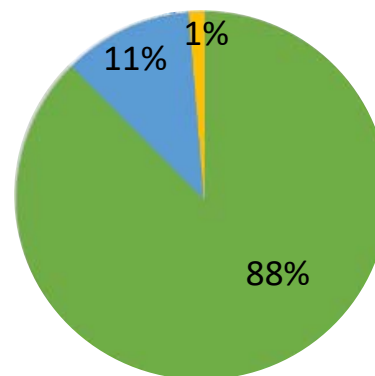




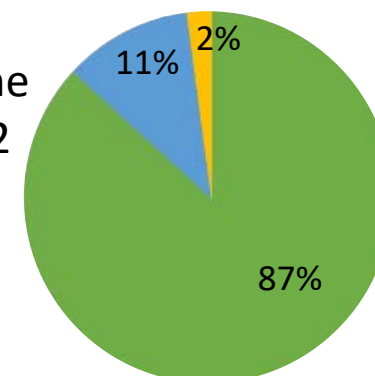
Analisi tecnico-economica sui possibili interventi di ottimizzazione d'impianto in un'ottica poligenerativa

- Entrata legata en. elettrica
- Entrata legata en. termica
- Entrata legata conf. ottimizzata

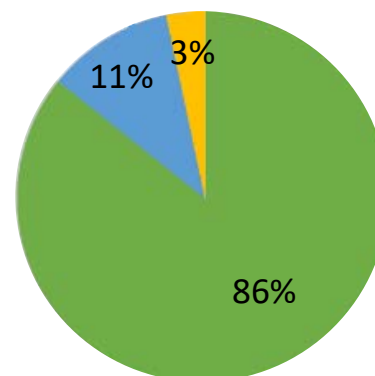
Configurazione ottimizzata #1



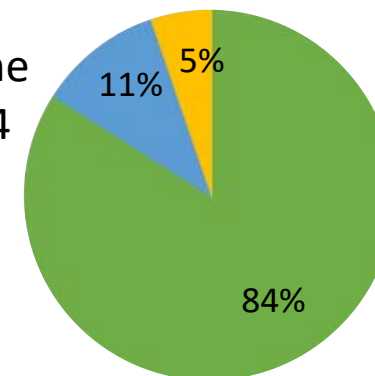
Configurazione ottimizzata #2



Configurazione ottimizzata #3



Configurazione ottimizzata #4



Configurazione	Biochar
Originale	smaltimento (155€/ton)
#1	smaltimento (0 €/ton)
#2	vendita (100 €/ton)
#3	vendita (200 €/ton)
#4	vendita (500 €/ton)



Conclusioni

- ❑ Panoramica generale e rappresentativa del funzionamento e della gestione degli impianti di gassificazione in Alto Adige
- ❑ Annualmente **1300 ton di char** smaltite come rifiuto industriale
- ❑ Utilizzo del char prodotto come **biochar** in agricoltura vincolato a limiti normativi (D.Lgs. 75/2010 e s.m.i.) ed in particolare al contenuto di IPA e metalli pesanti
- ❑ Analisi tecnico-economica che considera **interventi di ottimizzazione** di un impianto volti a produrre biochar utilizzabili in agricoltura evidenzia che il budget disponibile per tali interventi è pari a 23 000 – 97 000 € a seconda del prezzo di vendita del biochar
- ❑ Indicazione di massima sull'economicità di una soluzione tecnologica di ottimizzazione in ottica poligenerativa



Freie Universität Bozen
Libera Università di Bolzano
Free University of Bolzano



AUTONOME
PROVINZ
BOZEN
SÜDTIROL



PROVINCIA
AUTONOMA
DI BOLZANO
ALTO ADIGE



Grazie per l'attenzione

Eleonora Cordioli, PhD

eleonora.cordioli@unibz.it

*Faculty of Science and Technology
Free University of Bozen – Bolzano*



TECHPARK
SÜDTIROL / ALTO ADIGE

IMPATTO AMBIENTALE DELLA PRODUZIONE E USO DEL BIOCHAR DA GASSIFICAZIONE IN ALTO ADIGE. RISULTATI DELL'ANALISI LCA.

IRENE CRISCUOLI
PIETRO PANZACCHI
GIUSTINO TONON



TIMO ROSSBERG
ONESMUS MWABONJE
PIERS COOPER
JEREMY WOODS



PROGETTO WOOD-UP

L'ANALISI LCA

- LCA = LIFE CYCLE ASSESSMENT - ANALISI DEL CICLO DI VITA
- Strumento di valutazione dell'impatto sull'ambiente e sulla salute umana di un processo produttivo
- Metodologie standardizzate a livello internazionale (ISO 14040 e 14044 + raccomandazioni del *ILCD Handbook*),
- Risultati : supporto decisionale a livello aziendale o politico per confrontare scenari alternativi e optare per le scelte più sostenibili

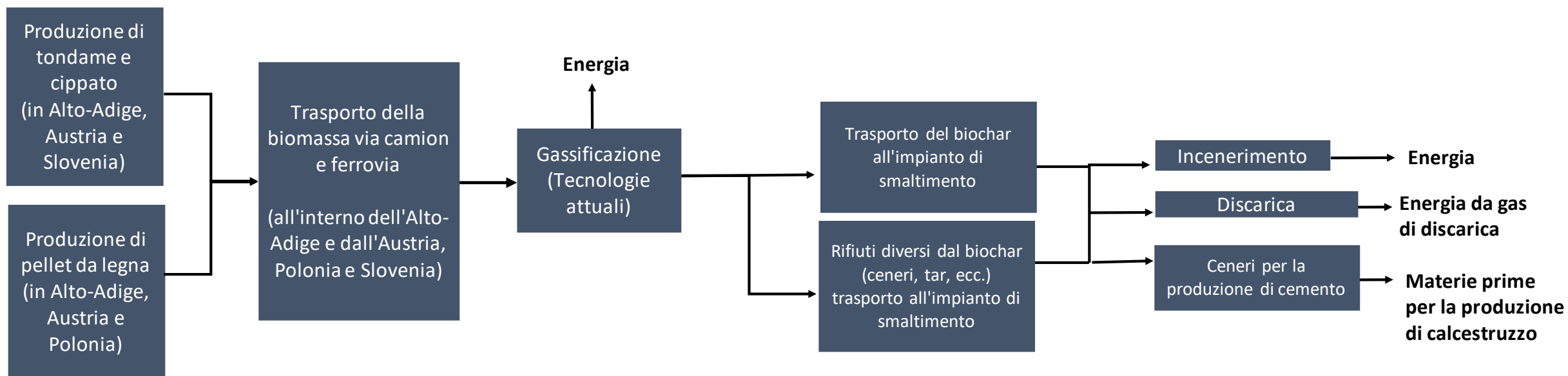


SCOPO LCA NEL PROGETTO WOOD-UP

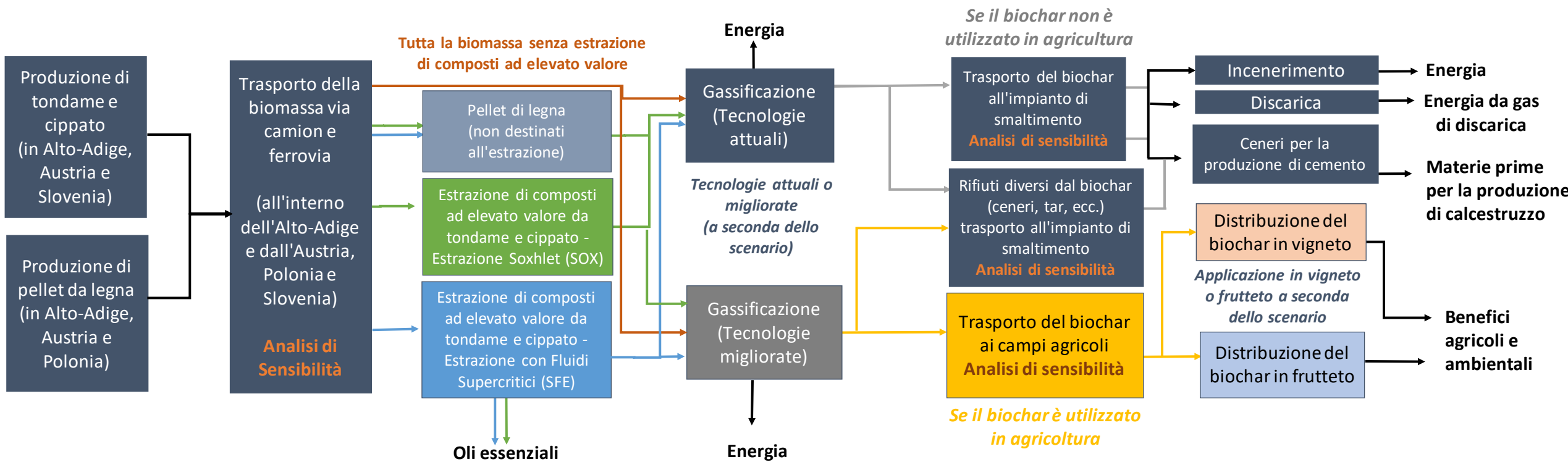
- Valutare l'impatto ambientale di:
 - Filiera della gassificazione del legno attualmente presente in Alto Adige
 - Confronto con scenari alternativi (filiera ottimizzata)
 - Impatti valutati:
 - Consumi di energia fossile (t petrolio eq)
 - Cambiamenti climatici (emissioni di t CO₂ eq)
- Per 1250 t biochar
(produzione annua altoatesina)



FILIERA ATTUALE DELLA GASSIFICAZIONE IN ALTO ADIGE



FILIERE ANALIZZATE NEL PROGETTO WOOD-UP

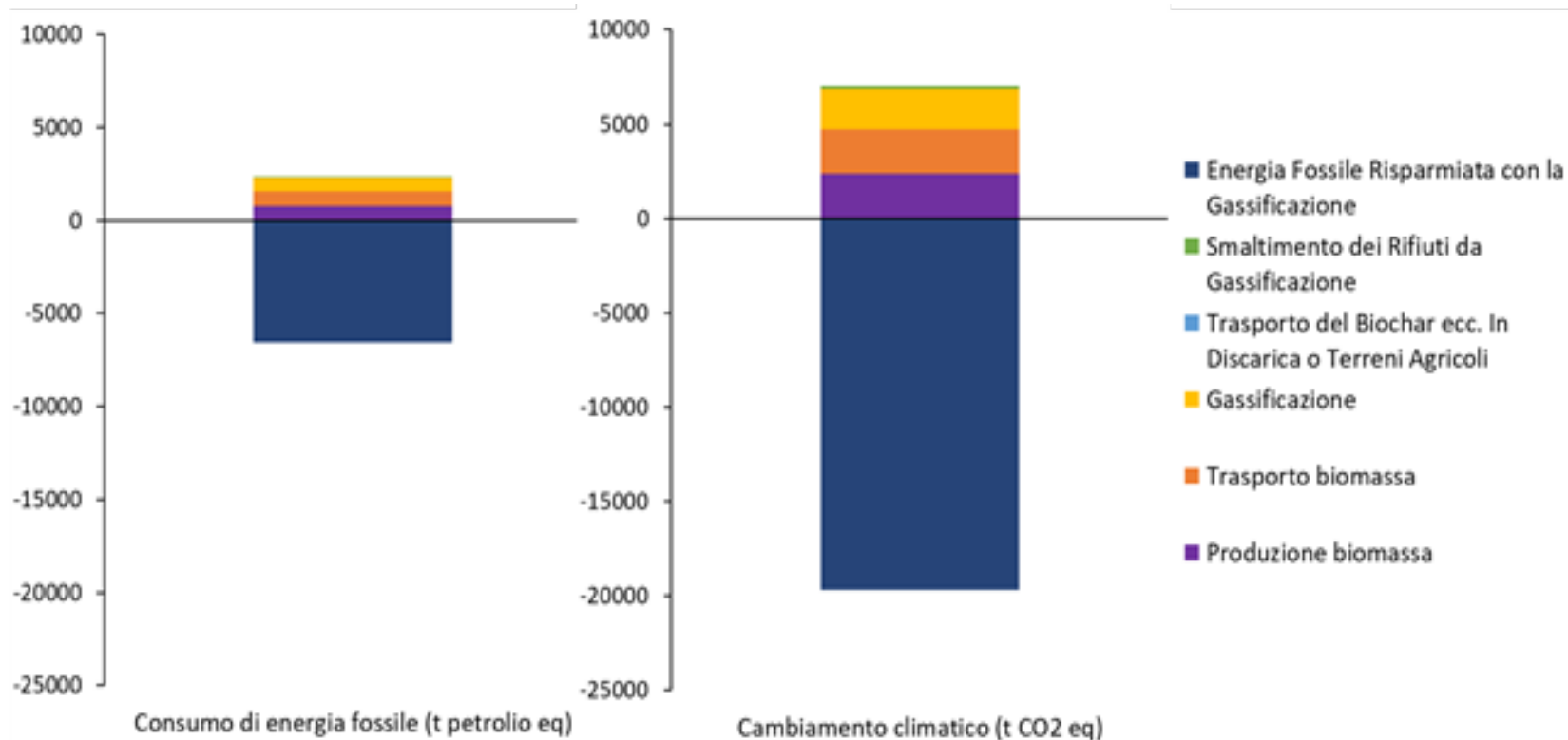


7 SCENARI ALTERNATIVI

INCLUDONO PROGRESSIVAMENTE TUTTI I PROCESSI DI INNOVAZIONE

- Scenario 1 – Situazione attuale:
- Scenario 2 – Situazione attuale + Estrazione di composti di elevato valore
- Scenario 3 – Situazione attuale + Gassificazione migliorata:
- Scenario 4 – Gassificazione migliorata + Estrazione di composti di elevato valore
- Scenario 5 - Gassificazione migliorata + Applicazione del biochar nei campi agricoli (vigneto)
- Scenario 6 - Gassificazione migliorata + Applicazione del biochar nei campi agricoli (meleto)
- Scenario 7 - Gassificazione migliorata + Estrazione di composti di elevato valore + Applicazione del biochar in agricoltura

RISULTATI – IMPATTI FILIERA ATTUALE



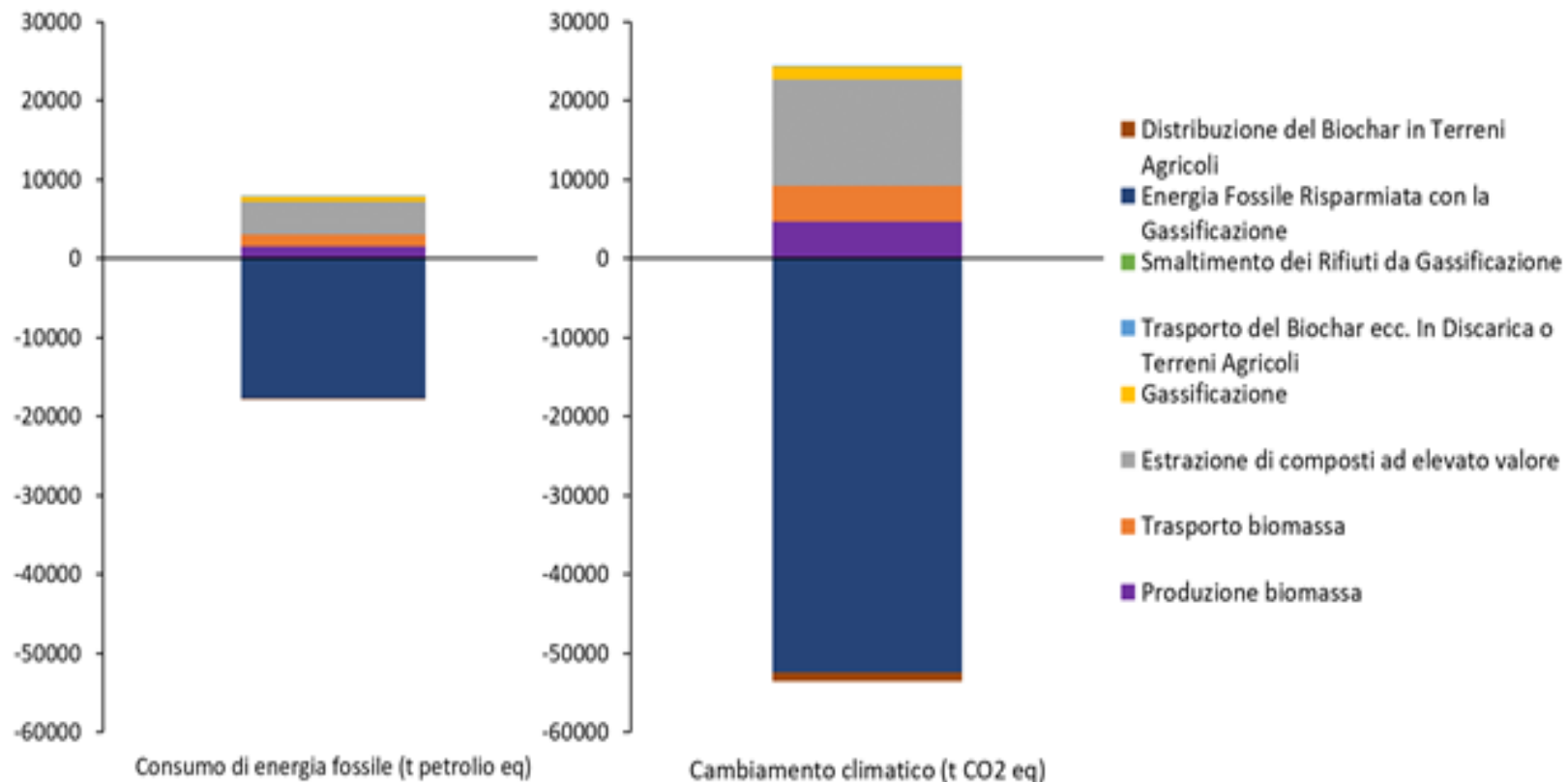
INCLUDE:

- tecnologie di gassificazione attualmente in uso
- conferimento del biochar, ceneri e catrame in discarica

NON INCLUDE:

- estrazione di olii essenziali
- impiego del biochar come ammendante agricolo

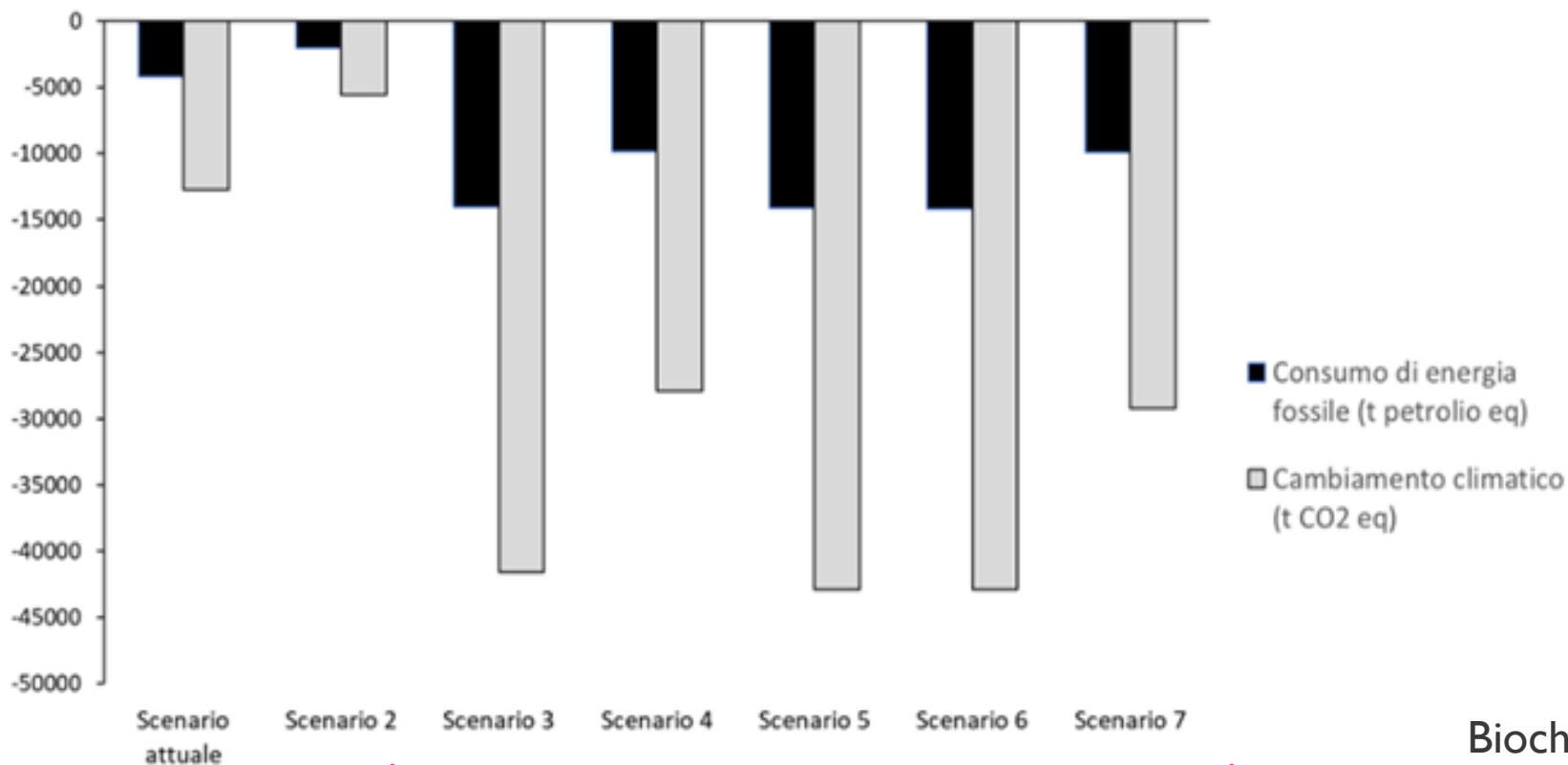
RISULTATI – IMPATTO FILIERA OTTIMIZZATA AL COMPLETO (SCENARIO 7)



INCLUDE:

- estrazione di olii essenziali dalla biomassa prima della gassificazione (SOX, SFE)
- nuove tecnologie di gassificazione
- impiego del biochar come ammendante agricolo nei vigneti (25 t/ha)

RISULTATI – CONFRONTO FRA I 7 SCENARI

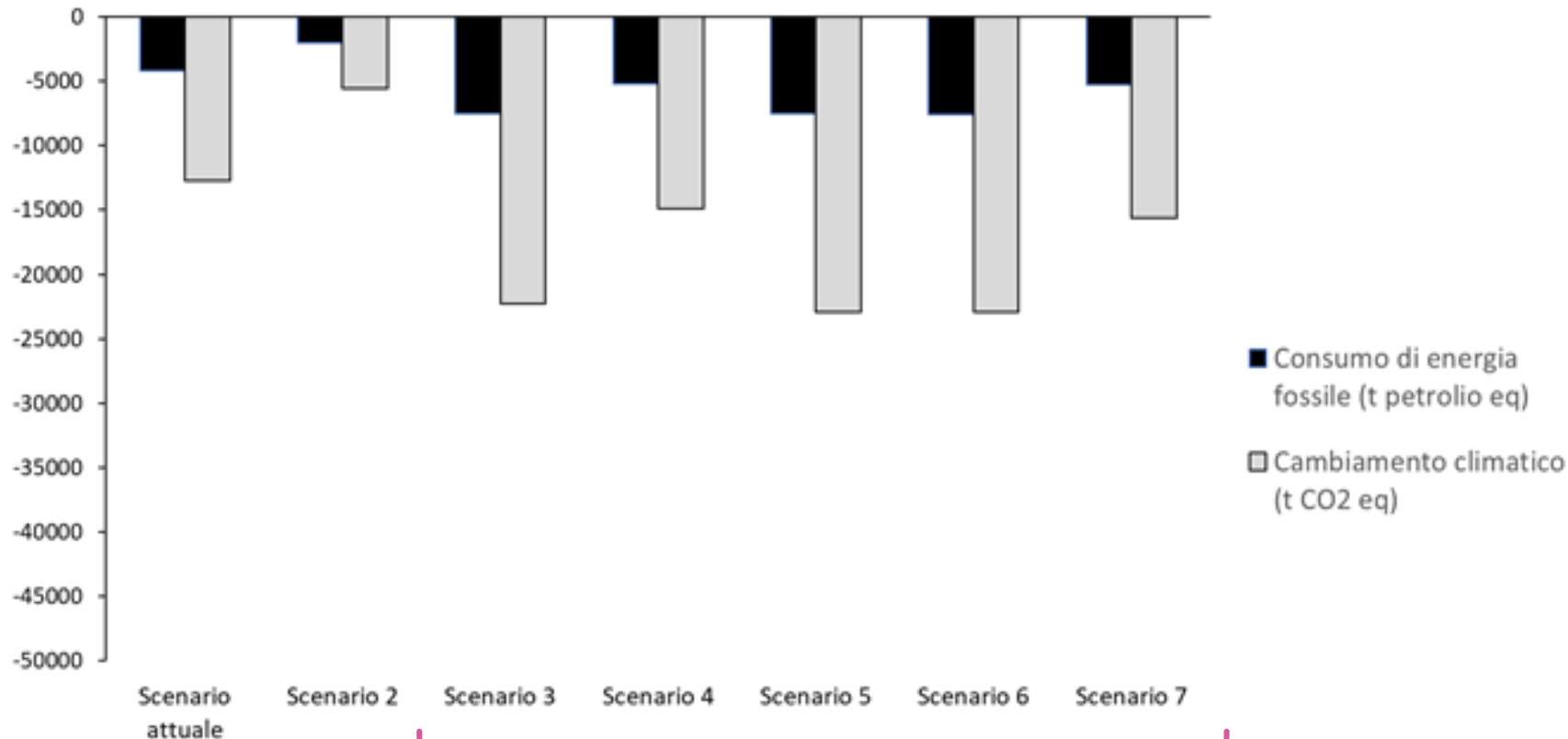


- Tutti scenari bilancio netto < 0 = IMPATTI AMBIENTALI FAVOREVOLI

NUOVE TECNOLOGIE MA
PRODUZIONE BIOCHAR STABILE

Biochar/energia prodotta nuove tecnologie < tecnologie attuali → per produrre quantità di biochar attuale: x2 quantità biomassa e ~ x2 produzione energia

RISULTATI – CONFRONTO FRA I 7 SCENARI CON PRODUZIONE ENERGETICA COSTANTE



- Tutti gli scenari: bilancio netto < 0 = IMPATTI AMBIENTALI FAVOREVOLI

NUOVE TECNOLOGIE MA
PRODUZIONE ENERGIA STABILE

Vantaggi rispetto a filiera attuale meno marcati

CONCLUSIONI & PROSPETTIVE

- LCA evidenzia che gassificazione è una strategia vincente per mitigazione cambiamenti climatici, sia con tecnologie attuali che nuove.
 - Nuove tecnologie producono biochar idoneo per agricoltura
 - Se dose di applicazione 25 t/ha: solo 50 ettari ammendati ogni anno vs. 5.500 ha di vigneto in Alto Adige e 19.000 ha meleto
 - Impatti agricoli positivi nel progetto Wood-Up: è immaginabile un incremento della domanda :
 - Importazione
 - Impianti di nuova generazione
 - Se impianti con nuova tecnologia:
 - X 2 quantità biomassa
 - X 2 produzione energia
- } riassetto del mix energetico locale → implicazioni complesse che necessitano supporto politico

CONCLUSIONI & PROSPETTIVE

- Ma eventi estremi - tempesta *Vaia* 2018 + precipitazioni nevose 2019
 - disponibilità di un quantitativo enorme di biomassa legnosa in Alto Adige
 - difficoltà di stoccaggio e gestione di tali volumi
 - modelli climatici prevedono maggiore frequenza di eventi metereologici estremi
 - necessità di trovare sbocco per la biomassa legnosa.

- Estrazione di olii essenziali : alti consumi energetici
 - qualsiasi processo di produzione di olii essenziali ha un costo energetico
 - progetto Wood-Up : filiera virtuosa di riciclo della biomassa
 - vantaggi economici e occupazionali → Maggiore approfondimento





Grazie per la vostra attenzione!

METODOLOGIA LCA PROGETTO WOOD-UP

- Approccio:
 - **Attribuzionale:** analisi degli impatti associati a tutti i processi inclusi nei confini del sistema
 - **Consequenziale:** conseguenze su altri sistemi (es. riduzione domanda di energia elettrica dal mix energetico nazionale grazie a impianti di gassificazione)
- I dati sui quali si basano le valutazioni (*Life Cycle Inventory, LCI*) sono:
 - Primari (prodotti dal progetto Wood-Up)
 - Secondari (database *Ecoinvent 3 - Versione 3.1*, aggiornato al 2014 (Wernet et al., 2016) e letteratura scientifica): migliori approssimazioni possibili
- **LCA workbook:** serie di fogli Excel per unire LCI con i fattori di emissione calcolati con software SimaPro (Version 8.0.5.13 - PRé Sustainability, Amersfoort, Netherlands, 2018).



→ RISULTATI, IN TERMINI DI IMPATTI.

CONFRONTO CON LETTERATURA E IPOTESI

- La filiera della gassificazione e dell'impiego del biochar nei terreni agricoli è già stata analizzata in passato: Hamedani et al., 2019; Ibarrola et al., 2012; Lugato et al., 2013; Roberts et al., 2010
- Matustík Et al. (2020): REVIEW:
 - risultati di 27 lavori pubblicati tra il 2011 e il 2019 in cui biochar ottenuto da pirolisi è stato applicato a suoli agricoli
 - difficoltà di comparare i risultati tra loro a causa dell'estrema varietà nella scelta delle unità funzionali, nei confini del sistema, assunzioni e nelle tecnologie usate → LCA specifico per filiera WOOD-UP: con dati prodotti dai diversi partner del progetto per ogni fase della filiera → permette di disegnare un quadro realistico della situazione attuale e una valutazione concreta degli scenari alternativi.
- Hammond et al. (2011): pirolisi garantisce riduzione emissioni di CO₂ > gassificazione maggior perché > quantità di biochar prodotto per unità di *feedstock*
- Ibarrola et al. (2012): gassificazione efficienza per la produzione di energia a parità di *feedstock* > pirolisi
- Ipotesi: filiera di gassificazione → riduzione delle emissioni di gas serra del settore energetico e agricolo



Freie Universität Bozen
Libera Università di Bolzano
Università Lìedia de Bulsan

efre · fesr
Südtirol · Alto Adige
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
Fondo europeo di sviluppo regionale



AUTONOME
PROVINZ
BOZEN
SÜDTIROL



PROVINCIA
AUTONOMA
DI BOLZANO
ALTO ADIGE



Valorizzazione di residui legnosi attraverso estrazioni di composti bioattivi

Dr. Giovanna Ferrentino
Dr. Nabil Haman
Dr. Ksenia Morozova
Prof. Matteo Scampicchio

UNIBZ – Facoltà di Scienze e Tecnologie

E-Mail: giovanna.ferrentino@unibz.it

Background

- Il legno rappresenta ad oggi un materiale essenziale per diverse applicazioni.
- Durante le fasi della sua lavorazione e trasformazione, vengono prodotti una grande quantità di residui e sottoprodotti con valore economico molto limitato.
- Un approccio interessante nella valorizzazione di questi sottoprodotti si basa sull'estrazione dei composti in esso contenuti che hanno mostrato interessanti proprietà antimicrobiche ed antiossidanti



Obiettivi del lavoro

- Valorizzazione tramite estrazione di residui legnosi di abete rosso (*Picea abies*). Due diverse tecniche sono state usate: un' estrazione con sistema Soxhlet ed un' estrazione con fluidi supercritici.
- Valutazione dell' attività antimicrobica degli estratti ottenuti testando la loro efficacia su due microrganismi gram-positivi, *Enterococcus faecalis* e *Streptococcus thermophilus*. Per monitorare l' attività antimicrobica degli estratti si è scelta la tecnica della calorimetria isoterma.

Estrazione con solvente e anidride carbonica supercritica da residui legnosi

Residuo legnoso di abete rosso (*Picea abies*)

Umidità = 7.8 %

Attività dell'acqua = 0.40



Parametri di processo:

- ✓ Temperatura: 76°C
- ✓ Tempo: 5 ore
- ✓ Solvente: etanolo



Resa di estratto: 3.3 %



Estratto Soxhlet

Parametri di processo:

- ✓ Pressione = 20 MPa
- ✓ Temperatura = 45 °C
- ✓ Tempo = 2 ore
- ✓ Solvente = anidride carbonica



Resa di estratto: 3.4 %



Estratto anidride carbonica
supercritica

Caratterizzazione chimica degli estratti

Entrambi gli estratti sono stati analizzati con spettrometria di massa i seguenti composti sono stati identificati in maggiore concentrazione:

- Acido metilbenzoico
- Acido gallico
- Diidrossiquercitina (Taxifolina)
- (+)-6-idrossipinoresinolo
- Isorapontina

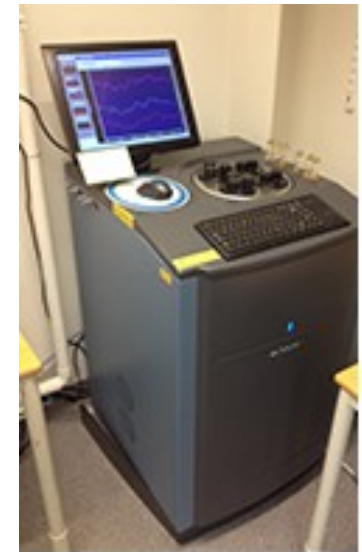


Aggiunta degli estratti alle colture microbiche



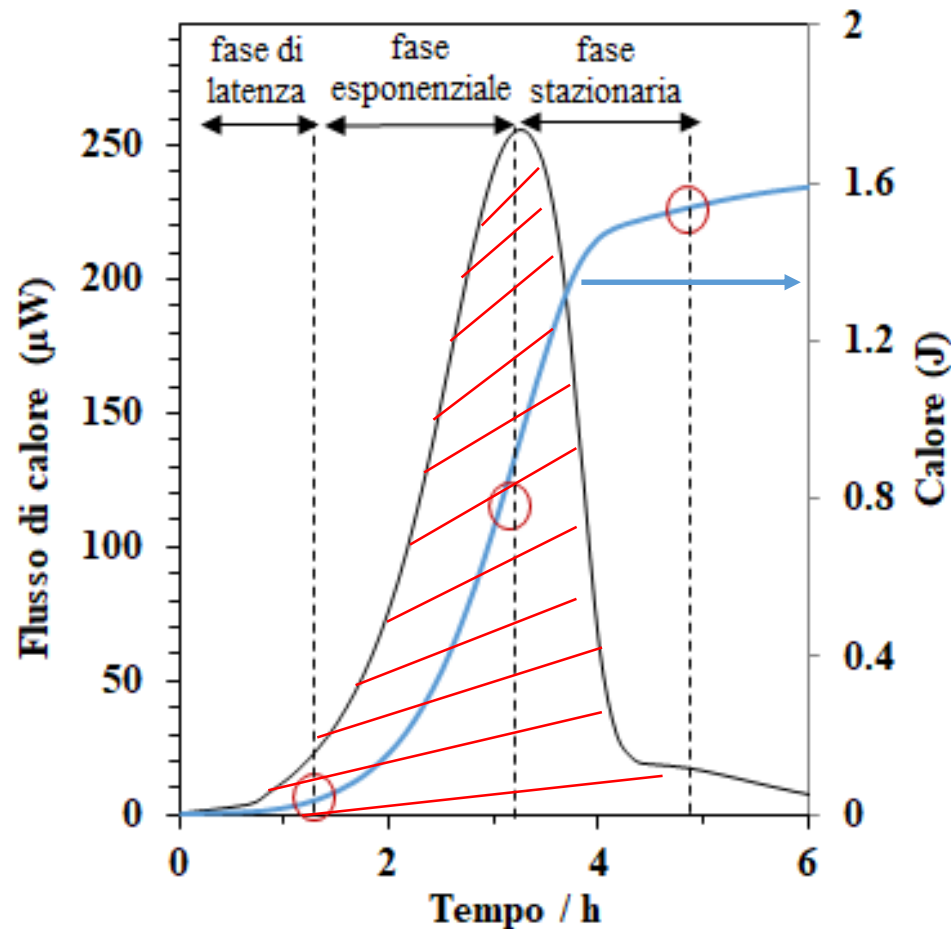
Enterococcus faecalis e *Streptococcus thermophilus*

Calorimetro



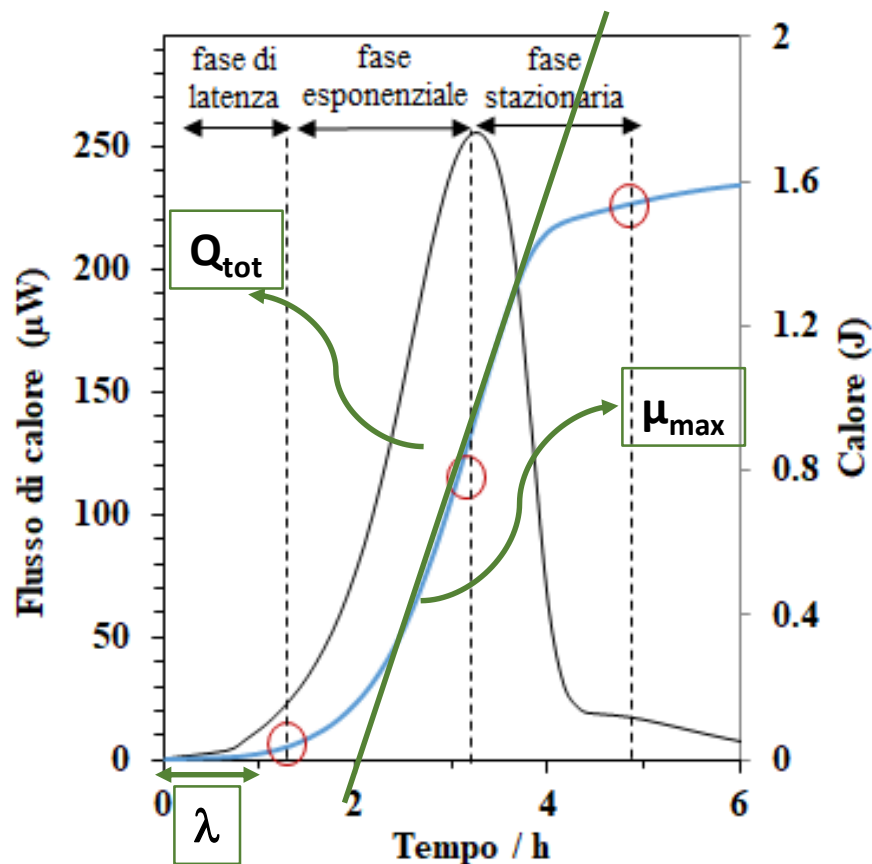
Crescita microbica descritta con la calorimetria isoterma

Crescita microbica di *Streptococcus thermophilus* (concentrazione di 10^7 log(UFC/mL))



Crescita microbica descritta con la calorimetria isoterma

Crescita microbica di *S. thermophilus* (concentrazione di 10^7 log(UFC/mL))

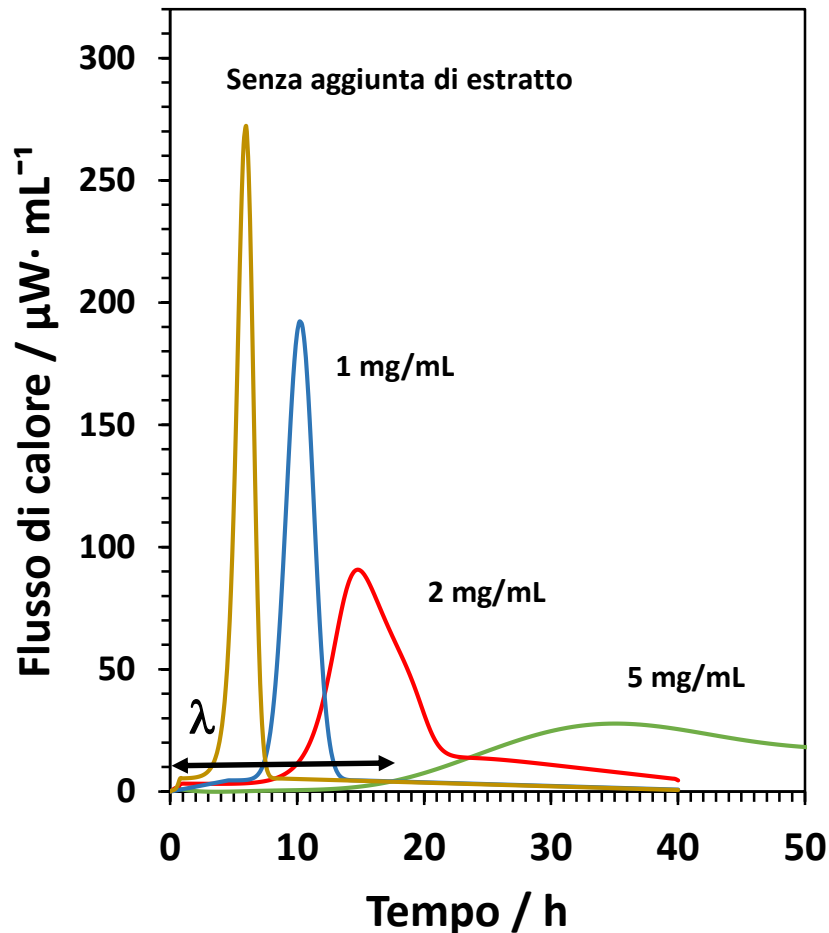


- Q_{tot} = il calore totale prodotto durante l'intero processo di crescita;
- λ = fase di latenza, definita come il periodo iniziale durante il quale la quantità di calore generato dalla crescita microbica è trascurabile;
- μ_{max} = la massima velocità di crescita calcolata come la pendenza più alta misurata lungo la curva del flusso di calore.

Attività antimicrobica degli estratti di *Picea abies*

Termogrammi relativi alla crescita microbica di *S. thermophilus*

Estratti ottenuti con anidride carbonica supercritica



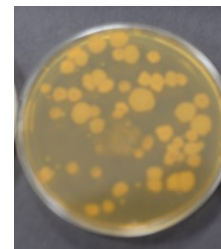
➤ Q_{tot}



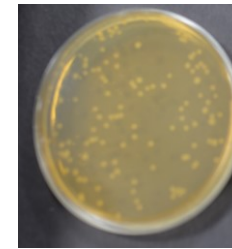
➤ La fase di latenza λ



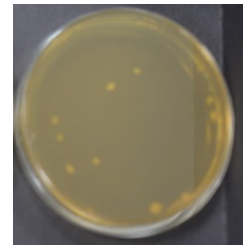
Senza estratto



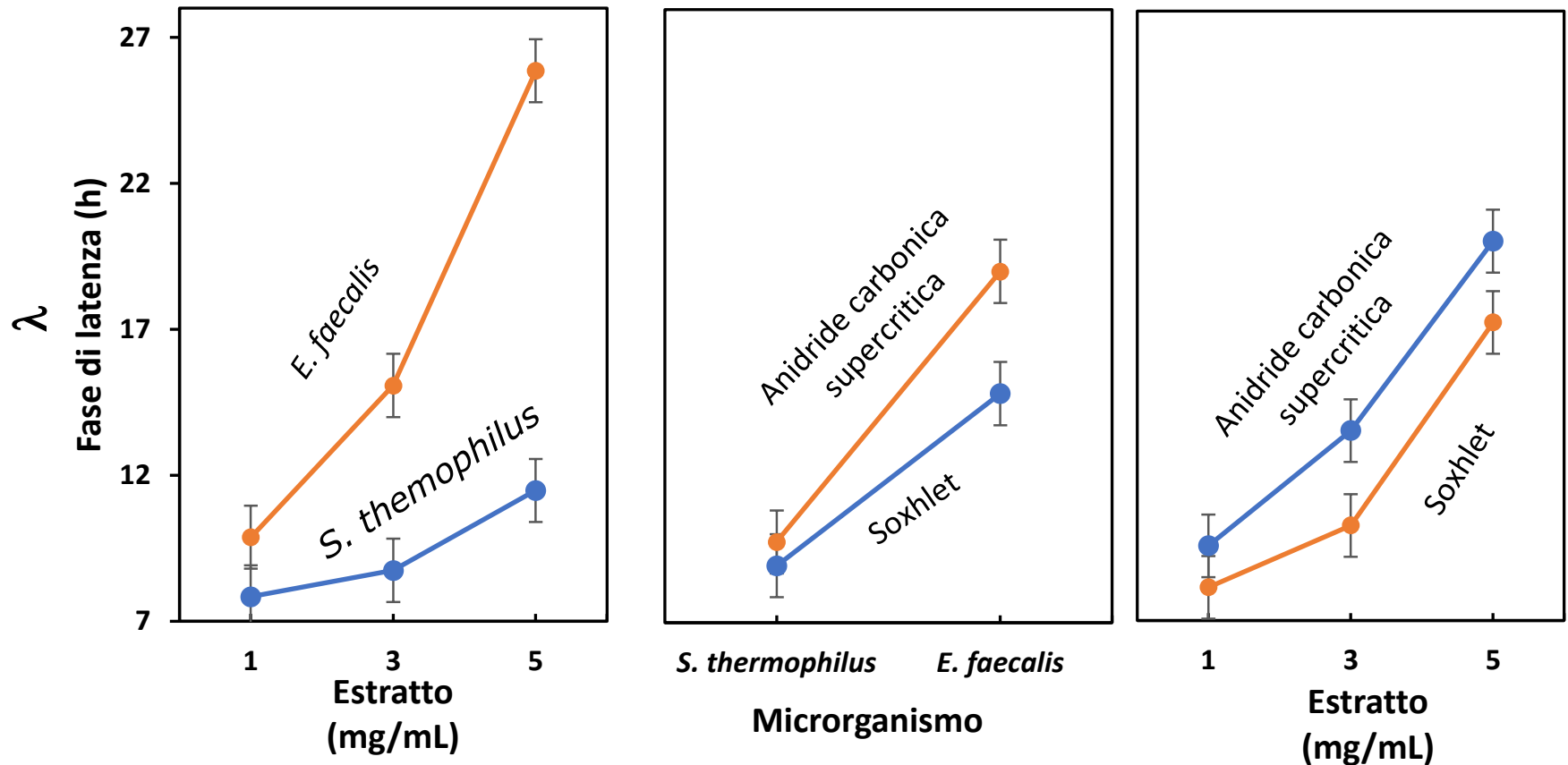
1 mg/mL



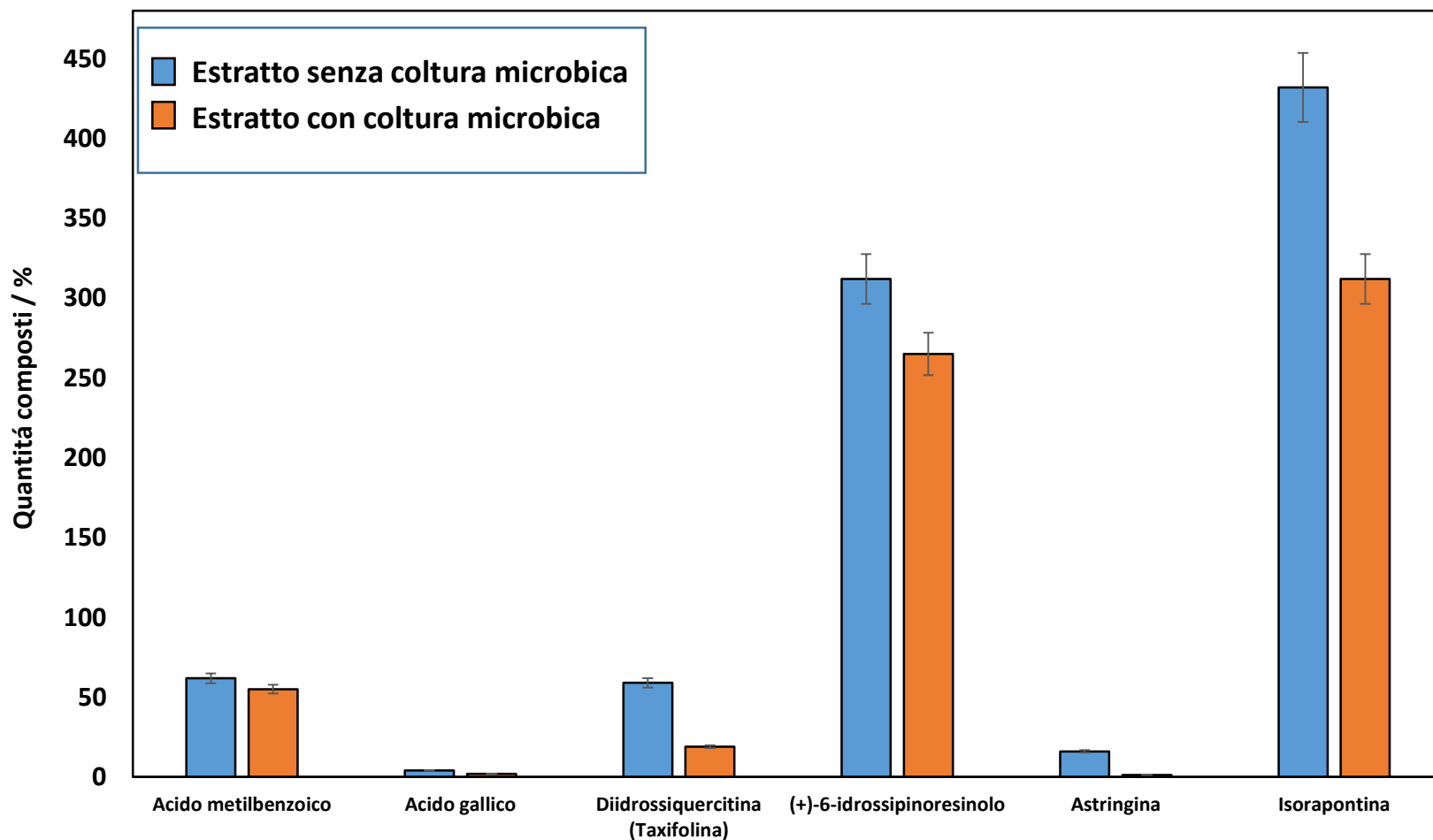
3 mg/mL



Effetto del tipo e quantità di estratto sulla crescita microbica



Composti fenolici responsabili dell'azione antimicrobica degli estratti di *Picea abies*



Conclusioni

- E' stato possibile ottenere estratti naturali utilizzando entrambe le tecnologie di estrazione;
- Entrambi gli estratti hanno indotto un maggiore effetto antimicrobico sulla crescita di *E. faecalis* rispetto a *S. thermophilus*;
- In presenza di estratto la crescita microbica è stata caratterizzata da una fase di latenza più lunga (λ) ed un calore (Q_{tot}) sviluppato durante la crescita più basso;
- Questa inibizione è stata associata ad alcuni composti fenolici, come la catechina, la diidroquercitina, l'astringina e l'isorapontina, che sono stati rilevati in minore concentrazione dopo 24 ore di contatto tra la coltura microbica e l'estratto.
- In conclusione, è stato possibile valorizzare i residui legnosi di abete rosso ottenendo estratti con potenziali utilizzi quali agenti antimicrobici naturali.



AUTONOME
PROVINZ
BOZEN
SÜDTIROL



PROVINCIA
AUTONOMA
DI BOLZANO
ALTO ADIGE

La situazione del biochar in Italia: normativa, valore e mercato

dott. agr. Alessandro Pozzi

Associazione Italiana Biochar ICHAR
Firenze

Enerion Renewables S.r.l.
Como



Indice

- Dimensioni del mercato in Italia
- La normativa italiana sul biochar
- Il nuovo regolamento europeo sui fertilizzanti
- Principali punti di forza e debolezza del mercato italiano
- Principali opportunità e minacce per il mercato italiano
- Il futuro mercato del biochar
- Valore, prezzo e costo
- Valore del biochar
- Costo del biochar
- Prezzo del biochar



Dimensioni del mercato in Italia

- Il mercato del biochar in Italia, seppur ancora molto giovane, è in crescita
- Il trend favorevole si rileva dal numero di iscrizioni al registro dei fertilizzanti
(1 nel 2016! 6 nel 2017! 44 in totale, ad oggi (+ 17 nel 2020))
- È difficile stimare un volume di produzione totale, comunque ancora limitato
(qualche centinaia di tonnellate!)
- Il prezzo del biochar, in assenza di un mercato consolidato in cui domanda e offerta si equilibrano, è oggi tendenzialmente alto

...in conclusione: il „biochar“ è sempre attuale, produzioni ancora limitate, prezzo alto



Il biochar autorizzato in Italia (aggiornato al 22 ottobre 2020)



Ricerca per: All. 2.2.16 - Biochar da pirolisi o da gassificazione
Totale Fertilizzanti: 44

Codice	Nome commerciale	Denominazione Fabbricante
0019014/17	BioDea One	ROMANA MACERI CENTRO ITALIA S.R.L.
0019276/17	BIOTON	LATERIZI REATO SRL
0020546/17	BIOCHAR DA PIROLISI ECOLOCA	ECOLOCA S.R.L.
0021499/18	BIOCHAR G.L.M.	G.L.M. S.R.L.
0021502/18	Greenchar	EVERGREEN RESOURCES S.R.L.
0023705/18	BioDea Biochar 4-5 mm	ROMANA MACERI CENTRO ITALIA S.R.L.
0023706/18	BioDea Biochar 10-15 mm	ROMANA MACERI CENTRO ITALIA S.R.L.
0023776/18	BBR-100	AGRIMECCANICA S.R.L.
0023777/18	ACQUACHAR 100	E.S. ECCO SOLUZIONI SRL
0024293/18	Fertilchar	MINARDI PIUME SRL
0024556/18	BIODEA BIOCHAR GREEN SAND	ROMANA MACERI CENTRO ITALIA S.R.L.
0024644/18	moonlight biochar	LUNA SRL
0025734/19	BIODEA BIOCHAR <2mm	ROMANA MACERI CENTRO ITALIA S.R.L.
0025735/19	BIODEA BIOCHAR GREEN SAND	BARBAGLI FRANCESCO
0025736/19	BIODEA BIOCHAR <2mm	BARBAGLI FRANCESCO
0026095/19	BIOR&D	BIORED SRL
0027266/19	BIODEA BIOCHAR > 10 mm	BARBAGLI FRANCESCO
0027267/19	BIODEA BIOCHAR 3-10 mm	BARBAGLI FRANCESCO
0027268/19	BIODEA BIOCHAR 4-5 mm	BARBAGLI FRANCESCO
0027313/19	Biochar Romagna Carbone	ROMAGNA CARBONE DI GOLFARI ROBERTO E C. S.N.C.
0027375/19	SKY TO SOIL 2	COGEN S.R.L.
0027540/19	AMAZZONIA granuli fini	MEDENERGY SRL
0027673/19	Nera Biochar	NERA BIOCHAR SRL
0027827/19	BIODEA BIOCHAR BLACK SILT	BARBAGLI FRANCESCO
0027828/19	BIODEA BIOCHAR WHITE ONYX	BARBAGLI FRANCESCO
0027829/19	BIODEA BIOCHAR GOLD GRAVEL	BARBAGLI FRANCESCO
0027830/19	BIODEA BIOCHAR RAINBOW MIX	BARBAGLI FRANCESCO
0029131/20	Green Planet	CARBO VIRIDIS SRL
0029259/20	BIODEA BIOCHAR GOLD GRAVEL	ESPERIA SRL
0029260/20	BIODEA BIOCHAR BLACK SILT	ESPERIA SRL
0029261/20	BIODEA BIOCHAR WHITE ONYX	ESPERIA SRL
0029262/20	BIODEA BIOCHAR RAINBOW MIX	ESPERIA SRL
0029263/20	BIODEA BIOCHAR GREEN SAND	ESPERIA SRL
0029412/20	BIODEA BIOCHAR WHITE ONYX	TERRANOSTRA SOCIETA' AGRICOLA A RESPONSABILITA' LIMITATA
0029413/20	BIODEA BIOCHAR BLACK SILT	TERRANOSTRA SOCIETA' AGRICOLA A RESPONSABILITA' LIMITATA
0029414/20	BIODEA BIOCHAR GOLD GRAVEL	TERRANOSTRA SOCIETA' AGRICOLA A RESPONSABILITA' LIMITATA
0029415/20	BIODEA BIOCHAR RAINBOW MIX	TERRANOSTRA SOCIETA' AGRICOLA A RESPONSABILITA' LIMITATA
0029416/20	BIODEA BIOCHAR GREEN SAND	TERRANOSTRA SOCIETA' AGRICOLA A RESPONSABILITA' LIMITATA
0029506/20	AGRIBIOCHAR	AGRINDUSTRIA TECCO S.R.L.
0029542/20	biochar ht	COMIM S.R.L.
0030360/20	biochar	ILCAP S.R.L.
0030448/20	TERRA CIAR	TERRA SALUS S.R.L.
0030486/20	AMAZZONIA scaglie	MEDENERGY SRL
0030607/20	Biochar Wipptaler	RONDA ENGINEERING SRL

La normativa italiana sul «biochar»: breve cronistoria...

Nel 2012 ICHAR presenta al Ministero dell'Agricoltura un'istanza per la regolamentazione del biochar a livello normativo (D.L. 75 del 29/04/2010)

Nell'agosto del 2015 con D.M. 22/06/2015 – G.U. n. 186 del 12/08/2015 – il biochar è stato ufficialmente incluso tra gli ammendanti ammessi in agricoltura (allegato 2)

Nel dicembre del 2018 ICHAR presenta al Ministero dell'Agricoltura un'ulteriore istanza per la l'inclusione del biochar in Allegato 4 quale matrice componente dei substrati di coltivazione

...in attesa di approvazione!



L'attuale «impianto» normativo



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
16	Biochar da pirolisi o da gassificazione	<p>Processo di carbonizzazione di prodotti e residui di origine vegetale provenienti dall'agricoltura e dalla silvicoltura, oltre che da sanse di oliva, vinacce, cruscamì, 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 piroschissione. La gassificazione prevede un ulteriore processo ossido-riduttivo a carico del carbone prodotto da pirolisi.</p>	<p>C tot di origine biologica⁽⁶⁾ % s.s. ≥ 20</p> <p>Conducibilità elettrica (salinità) mS/m ≤ 1000 ⁽⁶⁾</p> <p>pH _(H2O) 4-12</p> <p>Umidità % ≥ 20 per prodotti polverulenti ⁽⁶⁾</p> <p>Ceneri % s.s. ≤ 60</p> <p>H/C (molare) ⁽⁶⁾ $\leq 0,7$</p>	<p>occorre dichiarare il tipo di processo di produzione impiegato (pirolisi o gassificazione) e le tipologie di biomasse utilizzate (es. pirolisi di legno di conifere)</p>	<p>Umidità %</p> <p>C tot di origine biologica % s.s.</p> <p>Ceneri % s.s.</p> <p>pH</p> <p>Conducibilità elettrica (salinità) mS/m</p> <p>Rapporto H:C (molare)</p> <p>Granulometria (passante mm 0,5-2-5)</p> <p>azoto tot % s.s.</p> <p>potassio tot % s.s.</p> <p>fosforo tot % s.s.</p> <p>calcio tot % s.s.</p> <p>magnesio tot % s.s.</p> <p>sodio tot % s.s.</p> <p>% C da carbonato</p> <p>max ritenzione idrica % m/m</p>	<p>⁽⁶⁾ sottratto il C da carbonati</p> <p>⁽⁶⁾ per utilizzo quale componente dei substrati di coltivazione (allegato 4) ≤ 100</p> <p>⁽⁶⁾ dato comunque da dichiarare. Per prodotto polverulento si intende, in questa sede, un prodotto nel quale la frazione < 2 mm risulta > del 50%</p> <p>⁽⁶⁾ indice di stabilità del carbonio. Per il calcolo si deve utilizzare il dato del parametro C tot di origine biologica</p> <p>Sono inoltre fissati i seguenti parametri chimico-biologici:</p> <ul style="list-style-type: none"> - test di fitotossicità/ accrescimento (UNI EN 16086-1:2012 - prova di crescita in vaso con orzo primaverile); l'inibizione alla germinazione e/o alla crescita (con dose di utilizzo del prodotto del 25%) deve essere inferiore al 25% - IPA < 6 mg/kg s.s. - PCB < 0,5 mg/kg s.s. - Diossine < 9 ng I-TEQ/kg

Biochar e agricoltura biologica



Il **18 dicembre 2019** è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea il **Reg. UE 2019/2164** che integra gli allegati del Reg. CE 889/08 relativo alla produzione biologica.

Tra i **fertilizzanti utilizzabili in agricoltura biologica è stato incluso**, oltre ai gusci di molluschi, gusci d'uovo e acidi umici e fulvici, **il biochar**.

Il regolamento è entrato in vigore il **7 gennaio 2020** (ventesimo giorno successivo alla pubblicazione nella Gazzetta ufficiale dell'Unione europea).

Il riconoscimento è un fondamentale passo per l'affermazione del biochar nell'agricoltura italiana.

ICHAR ha promosso c/o il Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali la necessità e le modalità di aggiornamento dell'allegato 13 del D.lgs. 75/2010.

L'inserimento nella Tabella 1 – Elenco dei fertilizzanti idonei all'uso in agricoltura biologica sarebbe imminente.

Metodi di prova da applicare in via esclusiva all'ammendante biochar

PARAMETRO	RIF. METODI APPLICABILI	NOTE
C tot di origine biologica	EN 13654-2:2001 (metodo Dumas)	(il metodo specifico per substrati e ammendanti è stato messo a punto per l'N)
C da carbonato	- Sonneveld et al. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 5:183-202 1974 + 25:3199-3208 1994 - DM 13/09/1999 SO n. 185 GU 248 21/10/1999 Met V.1	metodi volumetrici
Idrogeno (H)	UNI EN 13654-2:2001 (metodo Dumas)	(il metodo specifico per substrati e ammendanti è stato messo a punto per l'N)
Ceneri	EN 13039:2002 UNI EN 14775:2010	- a 550°C - metodo per biomasse
pH	UNI EN 13037:2002 + 13040:2008	estrazione 1:5 v/v
Conducibilità elettrica	UNI EN 13038:2002 + 13040:2008	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	elementi solubili in acqua regia
fosforo tot	UNI EN 13650:2002	elementi solubili in acqua regia
calcio tot	UNI EN 13650:2002	elementi solubili in acqua regia
magnesio tot	UNI EN 13650:2002	elementi solubili in acqua regia
sodio tot	UNI EN 13650:2002	elementi solubili 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 accrescimento	- R.L.-BU 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 crescita - indice germinazione + accrescimento - indice germinazione crescita - earthworm test

Come si ottiene l'autorizzazione a vendere il biochar in Italia?

Home > [Registri fertilizzanti](#)

[Filiere](#) ▼

[per le Imprese](#) ▼

[Pesca e Acquacoltura](#) ▼

[Ippica](#) ▼

[Difesa delle piante](#) ▼

[Programmi nazionali](#) ▼

[Etichettatura alimentare](#) ▼

[Foreste](#) ▼

[Turismo](#)

Registro fabbricanti di fertilizzanti e registro fertilizzanti

Ai fini della tracciabilità dei prodotti fertilizzanti sono istituiti, presso il Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali, il "Registro dei fabbricanti di fertilizzanti" e il "Registro dei fertilizzanti". L'iscrizione al Registro dei fabbricanti di fertilizzanti deve essere richiesta dal fabbricante prima dell'immissione del fertilizzante sul mercato comunicando l'oggetto della loro attività e specificando, oltre ai dati anagrafici, i dati necessari a permettere la sorveglianza in merito alla preparazione e al commercio, quali i siti produttivi e le categorie di fertilizzanti da iscrivere.

L'iscrizione al Registro dei fabbricanti può essere effettuata utilizzando il modulo previsto nell'allegato 14 del [D.Lgs. 75/2010](#) o utilizzando la procedura online.

L'iscrizione al Registro dei fertilizzanti deve essere richiesta dal fabbricante prima dell'immissione del fertilizzante sul mercato utilizzando il Registro online.

L'iscrizione ai Registri dei deve essere confermata annualmente entro il 31 dicembre.

[Continua >>](#)

- ▶ [Registro delle Ditte e dei Prodotti fertilizzanti \(SIAN\)](#)
- ▶ [Iscrizione al registro dei fabbricanti e al registro dei fertilizzanti \(D.M. n. 11175 del 17/07/2012\)](#)



Nuovo Regolamento Europeo sui fertilizzanti

Regolamento UE 2019:1009*

** Regolamento (UE) 2019/1009 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 giugno 2019, che stabilisce norme relative alla messa a disposizione sul mercato di prodotti fertilizzanti dell'UE, che modifica i regolamenti (CE) n. 1069/2009 e (CE) n. 1107/2009 e che abroga il regolamento (CE) n. 2003/2003*

Entrato in vigore il 16 luglio 2019

In applicazione dal 16 luglio 2022

Abrogazione del Reg. 2003/2003 il 16 luglio 2022



Nuovo Regolamento Europeo sui fertilizzanti

Categorie funzionali del prodotto (PFC): 7 categorie (Allegato I)

- 1) Concime (organico, organo minerale, inorganico)
- 2) Correttivi calcici e/o magnesiaci
- 3) Ammendanti (organici e inorganici)
- 4) Substrato di coltivazione
- 5) Inibitori (nitrificazione e ureasi)
- 6) Biostimolanti delle piante (microbico e non microbico)
- 7) Miscela fisica di prodotti fertilizzanti (precedenti punti 1-6)

Categorie di materiali costituenti (CMC): 11 categorie (Allegato II)

- CMC 1: Sostanze e miscele a base di materiale grezzo
- CMC 2: Piante, parti di piante o estratti di piante
- CMC 3: Compost
- CMC 4: Digestato di colture fresche
- CMC 5: Digestato diverso da quello di colture fresche
- CMC 6: Sottoprodotti dell'industria alimentare
- CMC 7: Microrganismi
- CMC 8: Polimeri nutrienti
- CMC 9: Polimeri diversi dai polimeri nutrienti
- CMC 10: Prodotti derivati ai sensi del regolamento (CE) n. 1069/2009
- CMC 11: Sottoprodotti ai sensi della direttiva 2008/98/CE



... e il biochar?

**Sintesi del testo di prossimo inserimento nel Regolamento UE 1009:2019
(STRUBIAS Sub-group of the Commission Expert Group)**

CMC 14 «materiale da pirolisi (secca o umida) e gassificazione»: materiale carbonioso ottenuto da matrice organica che ha subito una conversione termochimica in limitata presenza di ossigeno

Processi ammessi, purché il prodotto finale rispetti i criteri stabiliti:

- Slow pyrolysis (300-700° C)
- Fast pyrolysis
- Gasification (>500° C)
- Wet pyrolysis (175-300° C)
- Torrefaction (200-320° C)

Elenco materiali organici in ingresso:

- Prodotti derivati e sottoprodotti di origine animale (Rif. Reg. CE 1069/2009)
- Organismi viventi o morti (o parti di essi), vergini o trattati esclusivamente in modalità manuale, meccanica, dissoluzione/estrazione in acqua, ad esclusione dei rifiuti municipali, fanghi di depurazione, fanghi industriali, fanghi da dragaggio
- Rifiuti vegetali dell'industria alimentare, rifiuti vegetali fibrosi della produzione di farine e di carta
- Rifiuti organici (Rif. Direttive CE 2001/77 e 2003/30)
- Residui della produzione di bioetanolo e biodiesel
- Additivi (massimo 25%)



... e il biochar?

**Sintesi del testo di prossimo inserimento nel Regolamento UE 1009:2019
(STRUBIAS Sub-group of the Commission Expert Group)**

CMC 14 “materiale da pirolisi (secca o umida) e gassificazione

Criteri

- Stabilità: $H:C_{org} < 0,7$
- $IPA_{16} \leq 6$ mg/kg s.s.
- PCDD/F ≤ 20 ng/kg s.s. (WHO toxicity equivalents)
- PCB ≤ 0.8 mg/kg s.s.
- Cl⁻ $\leq 3\%$ s.s.
- TI ≤ 2 mg/kg s.s. se dichiarata una presenza di additivi > 5%
- (Materiale da pirolisi e gassificazione ricco in carbonio: $C_{tot} \geq 50\%$ m/m s.s.)
- (Materiale da pirolisi e gassificazione minerale : $C_{tot} < 50\%$ m/m s.s.)
- Granulometria: dichiarazione
- Umidità/sostanza secca: nessun limite (solo raccomandazione di regolare il livello di umidità per evitare problemi di incendio, stoccaggio, movimentazione, applicazione)
- Se la PFC contenente «materiale da pirolisi e gassificazione» ha Mn > 3,5%, il valore di Mn deve essere dichiarato
- La capacità alcalinizzante ($CaCO_3$ equivalente) va dichiarata se il materiale è presente in un concime, ammendante, substrato o biostimolante per oltre il 50%



Normativa italiana vs. IBI, EBC, BQM e proposta UE/STRUBIAS

Parametro	IBI	EBC	BQM	ITALIA	UE/STRUBIAS
C _{org} (% s.s.)	> 10-30-60	> 50	> 10	> 20-30-60	(?)
H:C _{org}	≤ 0,7	< 0,7	≤ 0,7	≤ 0,7	<0,7
O:C _{org}	===	≤ 0,4	===	===	===
Umidità (%)	===	≥ 30	≥ 20	≥ 20	===
IPA (mg/kg s.s.)	< 6-300	< 4-12	< 20	< 6	≤6
PCB (mg/kg s.s.)	< 0,2-1,0	< 0,2	< 0,5	< 0,5	≤0,8
PCDD/PCDF (ng/kg)	< 9 [#]	< 20 [#]	< 20	< 9	≤20
As (mg/kg s.s.)	≤ 13-100	===	≤ 10-100	===	≤ 40*
Cd (mg/kg s.s.)	≤ 1,4-39	≤ 1-1,5	≤ 3-39	≤ 1,5	≤ 1,5-2*
Cr VI(mg/kg s.s.)	===	===	===	≤ 0,5	≤ 2*
Cr tot(mg/kg s.s.)	≤ 93-1200	≤ 80-90	≤ 15-100	===	
Cu(mg/kg s.s.)	≤ 143-1600	≤ 100	≤ 40-1500	≤ 230	≤ 200-300*
Hg (mg/kg s.s.)	≤ 1-17	≤ 1	≤ 1-17	≤ 1,5	≤ 1*
Mo (mg/kg s.s.)	5-75	10-75		===	
Ni (mg/kg s.s.)	≤ 47-600	≤ 30-50	≤ 10-600	≤ 100	≤ 50-100*
Pb (mg/kg s.s.)	≤ 121-300	≤ 120-150	≤ 60-500	≤ 140	≤ 120*
Zn (mg/kg s.s.)	≤ 416-7400	≤ 400	≤ 150-2800	≤ 500	≤ 500-800*
Cl- (mg/kg s.s.)					≤3

* Limiti previsti per PFC ammendante organico/substrato



Considerazioni ICHAR nei confronti della nuova CMC 14 «materiali di pirolisi e gassificazione»

1) Scarso dettaglio dei requisiti di processo

Risultano alquanto semplificati (*temperatura minima di 180°C per almeno due secondi in condizioni limitanti di O₂*) a differenza di altre CMC, come la 3 (compost) o la 4 (digestato), dove sono molto dettagliati

2) Nessuna dichiarazione del produttore è richiesta circa la materia prima utilizzata e i dati di processo

Tali dichiarazioni si ritengono fondamentali per caratterizzare e indirizzare il prodotto finito

3) Qualsiasi valore un prodotto abbia in termini di carbonio è sempre biochar?

Sembrerebbe di sì, non sarebbe stato più idoneo in virtù della natura del materiale definire un contenuto minimo di carbonio (es. 30%)?

4) Rischio di incendio del materiale/inquinamento da polveri sottili

Non sarebbe stato utile prevedere/raccomandare un livello minimo di umidità (es. 20%)?

5) Perché non si chiama più biochar?

Ciò non sarà causa di fraintendimenti sia a livello nazionale, sia europeo? Es. Regolamento sul biologico



Perché (ancora oggi) il biochar «stenta» ad affermarsi?

Principali punti di forza e debolezza del mercato

FORZA

**Quadro normativo «sufficientemente»
chiaro**

**Le opportunità legate al nuovo
Regolamento UE 2019/1009**

Trend favorevole di nuove iscrizioni a
Registro Fabbricanti/Fertilizzanti

Maggiore disponibilità di biochar
“normato”

**Numero crescente di tecnologie a
differenti scale**

Disponibilità di biomassa

Affermarsi di altri possibili usi

DEBOLEZZA

Quadro normativo non esaustivo
(biologico, substrati di coltivazione)
**L'incertezza legata al nuovo Regolamento
UE 2019/1009**

**Bassa conoscenza del prodotto, delle sue
caratteristiche, delle sue prerogative
(addirittura da parte di chi lo produce!)**

Bassa consapevolezza del mercato

Comunicazione insufficiente

**Mancanza di investimenti/contributi
(p.s.r.?)**

Prezzo



Perché (ancora oggi) il biochar «stenta» ad affermarsi?

Principali opportunità e minacce del mercato

OPPORTUNITÀ

I molti usi del biochar, sia agricoli (agricoltura di pregio), sia non...

L'avvento di normative stringenti in termini di inquinamento dell'aria e dei suoli, riutilizzo delle risorse, emissioni, ecc.

Benefici ausiliari della produzione di biochar: energie rinnovabili e sfruttamento dei residui

I nuovi principi dell'economia mondiale (es. circular economy) sostengono la produzione e l'uso di biochar

MINACCE

Sopravvalutazione dei benefici del biochar

Attenzione alla chiarezza in termini di divulgazione e promozione

Non tutto il biochar è uguale!

Oppositori



Il futuro mercato del biochar



Settori di applicazione, volumi potenziali, valori attesi e prontezza del mercato

	Agricoltura di campo	Agricoltura di pregio - Fuori suolo	Risanamento ambientale	Filtrazione	Alimentazione animale	Materiali di costruzione	Carbon offset (compensazione)	Altri usi
Volume	○○○○○○	○	○○○	○○○	○○○○	○○○○○○	≈	○
Valore	○	○○○○○○	○○○	○○○	○○○	○○	○	○○○○
Prontezza del mercato	○○○○○○	○○○○○○	○○○○○○	○○○○○○	○○○○	○○○	○○○	○○

Fonte: Ithaka Institute for carbon intelligence

Qual è il prezzo del biochar?

Necessita fare chiarezza tra valore, prezzo e costo di un bene

Valore = Il valore di un bene è dato dalla sua utilità, disponibilità e rarità

Prezzo = Punto di incontro tra la curva della domanda e quella dell'offerta (prezzo di equilibrio)

Costo = Quantità di denaro spesa per ottenere un bene



La moneta da 1 centesimo ha un valore nominale di 1 cent di € ma ha un costo di 4,5 centesimi di € (rame, stagno, ottone e conio)





Valore del biochar (ICHAR tentative approach)...

$$V_B = V_P + V_C + V_{ES}$$

V_P = **valore produzione** = $[(Dy * Vy)/r] * t$

Dy = Incremento medio di produzione (t/ha) = **10%** (Rif. Jeffrey et al., 2011)

Vy = **Valore della produzione (€/t)**

r = Dose di biochar applicata (t/ha) = **15 t/ha**

t = Tempo di effetto biochar = **2 anni**

V_C = **valore dei crediti di carbonio (€/t)**

V_{ES} = **valore del servizio ecosistemico (€/ha) = ?***

*Disegno di Legge n. 2093/2014 "Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali" (Orlando et al.) sul pagamento dei servizi ecosistemici e ambientali (PSEA).

Biochar e crediti di carbonio



Un percorso tutt'altro che semplice ...eppure sembrerebbe scontato!

- 1) Assenza di una metodologia di calcolo riconosciuta
- 2) Complessità della certificazione del credito
- 3) Incapacità per una realtà produttiva di sostenere i costi di iscrizione

sono solo alcuni dei fattori che impediscono l'accesso al sistema internazionale dei crediti certificati e ai relativi registri

BIOCHAR CARBON OFFSET METHODOLOGY

March 2015 Update: ACR Methodology for Emissions Reductions from Biochar Projects Listed As Inactive

In late March, the American Carbon Registry (ACR) listed the *Methodology for Emissions Reductions from Biochar Projects* as inactive, essentially eliminating prospects for its approval as currently drafted. This action was taken after the anonymous peer review panel assembled by ACR reached the conclusion that there was insufficient scientific evidence to support the Test Method for Estimating Biochar Carbon Stability (BC₊₁₀₀)—a core component of the overall methodology. IBI believe this outcome reflects the relative novelty of biochar science. Whereas biochar researchers around the globe largely agree on methods to estimate biochar carbon persistence utilized in the ACR methodology i.e., BC₊₁₀₀, the larger scientific community remains unfamiliar with recent advances in the field. Future efforts to revive the methodology in the ACR process—or other carbon offset registries—should focus on bolstering the evidence for BC₊₁₀₀, or developing novel methods to accurately estimate biochar carbon persistence under field conditions.



Biochar e crediti di carbonio

CO2 EUROPEAN EMISSION ALLOWANCES

25.15 -0.35 (-1.37%)

Official Close 2/21/2020 MI Indication



Altre possibilità per valorizzare in termini economici le proprietà «carbon sink» del biochar?

- 1) Iniziative private/pubbliche locali, sovralocali, regionali, ecc. (sia in termini di metodologia, sia di registri) ...già in passato intraprese ma non esenti da criticità e difficoltà
- 2) «Uscire» dal sistema dei crediti perseguendo un riconoscimento diretto a livello degli strumenti nazionali ed europei di sostegno all'agricoltura (PSR)





Valore (tentativo) del biochar

$$V_B = V_P + V_C + V_{ES}$$

FRUMENTO DURO BIOLOGICO

Produzione = 4,0 t/ha
Valore produzione = 370,00 €/t*

$$V_P = [(Dy \cdot Vy) / r] \cdot t =$$
$$[(4,0 \cdot 10\% \cdot 370,00) / 15] \cdot 2 =$$

≈ 20,00 €/t_{biochar}

$$V_C = (70\% \cdot 3,66 \cdot \approx 25,00(!)) =$$

≈ 64,00 €/t_{biochar}
(C_{biochar} = 70%; CO₂ PM / C_{PM} = 3,66)

V_{ES} = ?

$$V_{BIOCHAR} = 84,00 \text{ €/t} + V_{ES}$$

*Fonte: Associazione Granaria di Milano, Quotazioni all'ingrosso sulla piazza di Milano (settimana 42/2020)

RADICCHIO

Produzione = 10 t/ha
Valore produzione = 1.000,00 €/t**

$$V_P = [(Dy \cdot Vy) / r] \cdot t =$$
$$[(10 \cdot 10\% \cdot 1.000,00) / 15] \cdot 2 =$$

≈ 133,00 €/t_{biochar}

$$V_C = (70\% \cdot 3,66 \cdot \approx 25,00(!)) =$$

≈ 64,00 €/t_{biochar}
(C_{biochar} = 70%; CO₂ PM / C_{PM} = 3,66)

V_{ES} = ?

$$V_{BIOCHAR} = 197,00 \text{ €/t} + V_{ES}$$

**Fonte: Ismea, Prezzi medi f.co origine (ottobre 2020)

Costo del biochar



Costi: investimento, biomassa, produzione (energia, combustibili, lavoro), impianto (O&M),
stoccaggi, trasporti

Extra-ricavi: produzione e vendita energia, contributo per lo smaltimento di rifiuti

	Residui forestali	Paglie	Rifiuti verdi e fanghi*
Piccola scala	260,00 €	320,00 €	-
Media scala	330,00 €	360,00 €	55,00 €
Larga scala	150,00 €	185,00 €	-125,00 €

Costi netti medi della produzione a differente scala di una tonnellata di biochar compresi i trasporti e l'applicazione in campo (Rif. Shackley et al., 2011)

*(fanghi) Ad oggi non ammessi dalla legislazione italiana. L. 75/2010, all. 2, n. 16

Prezzo del biochar

Vendere la soluzione, non il prodotto!

Il prezzo è prerogativa del mercato!

I problemi hanno bisogno di soluzioni! I problemi sono opportunità!

Quali problemi può risolvere il biochar?

Rinaturazione del suolo
Biorisanamento del suolo
Soppressività nei confronti dei patogeni
Anticipo di produzione
Produzione di energia verde

Più efficiente impiego delle risorse
(- acqua, - concimi e pesticidi)
Mitigazione degli impatti del cambiamento
climatico
Gestione dei rifiuti



Grazie per l'attenzione

dott. agr. Alessandro Pozzi

a.pozzi@ichar.org

a.pozzi@enerionrenewables.com



ENERION
RENEWABLES



Associazione Italiana Biochar ICHAR

c/o Laboratorio di climatologia urbana
Osservatorio Ximeniano
P.zza San Lorenzo 6, 50123, Firenze, Italia
www.ichar.org
info@ichar.org

efre·fesr
Südtirol · Alto Adige

Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
Fondo europeo di sviluppo regionale



EUROPEAN UNION



AUTONOME
PROVINZ
BOZEN
SÜDTIROL



PROVINCIA
AUTONOMA
DI BOLZANO
ALTO ADIGE

Versuchszentrum
Centro di Sperimentazione
Research Centre
LAIMBURG
NATURE & SCIENCE: HAND IN HAND

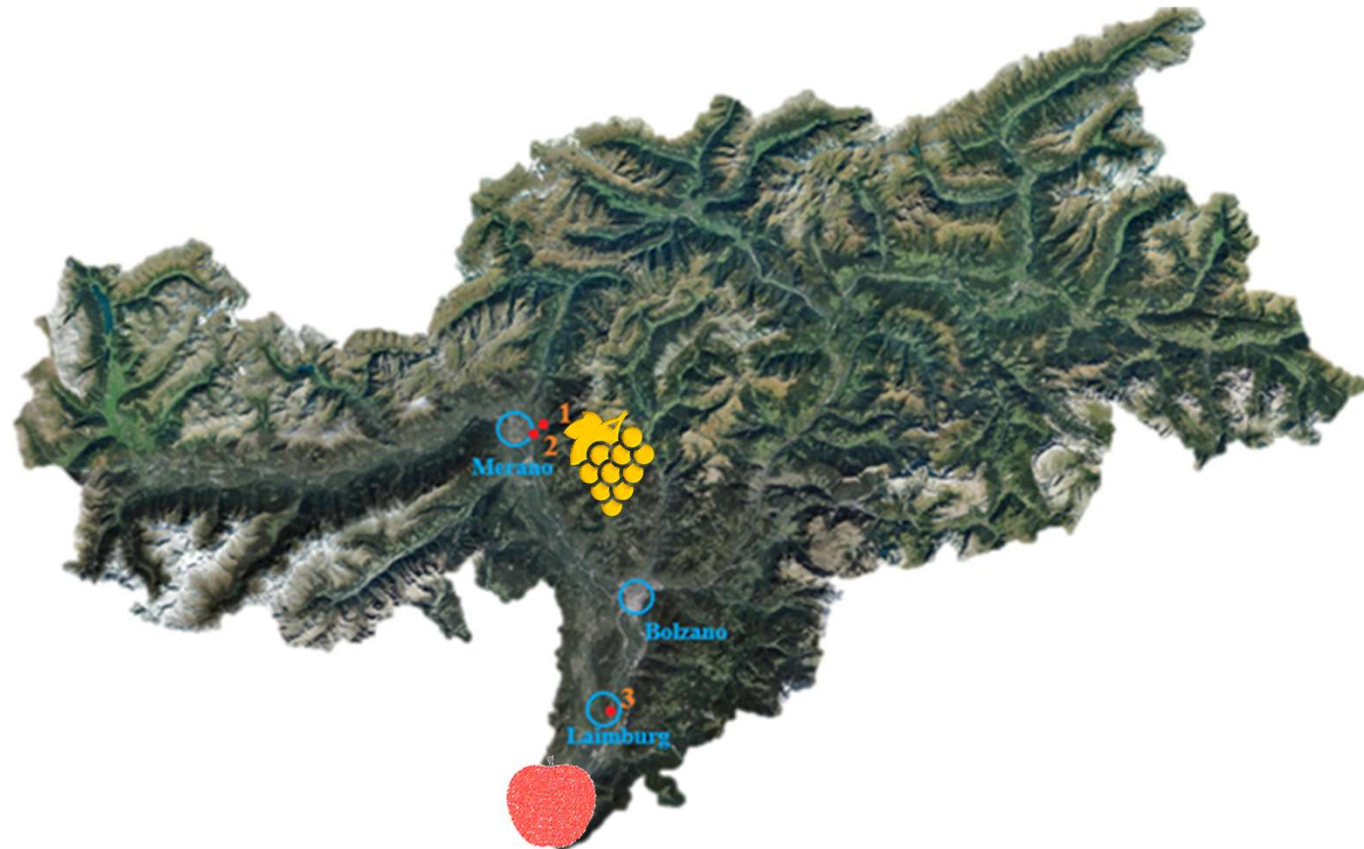


Ergebnisse zum Einsatz von Biochar in Obst- und Rebanlagen in Südtirol

Valentina Lucchetta

Barbara Raifer

2017/2020



Rebanlagen / Vigneti

Moarhof

Varietà: Müller Thurgau

- N** controllo non trattato
- C** compost: 3,9 kg/m² (area per ceppo)
- B1** biochar 1: 2,5 kg/m² (area per ceppo)
- B2** biochar 2: 5 kg/m² (area per ceppo)
- B1C** biochar 1 + compost (3,9 kg/m²)
- B2C** biochar 2 + compost (3,9 kg/m²)



Weißplatter

Varietà: Sauvignon blanc

- N** controllo non trattato
- C** compost: 3,9 kg/m (di filare piantato)
- B1** biochar 1: 2,5 kg/m (di filare piantato)
- B2** biochar 2: 5 kg/m (di filare piantato)
- B1C** biochar 1 + compost (3,9 kg/m di filare)
- B2C** biochar 2 + compost (3,9 kg/m di filare)



Moarhof Bodenanalysen / Analisi del suolo

2017		%	kg/ha	mg/100g			ppm			
0-30 cm	pH	C org	N min	P	K	Mg	B	Mn	Cu	Zn
N	6,45 <i>b</i>	2,30 <i>b</i>	21,2	3,25 <i>c</i>	12,5 <i>d</i>	12,0 <i>d</i>	0,43 <i>b</i>	59,0 <i>a</i>	15,8	3,75 <i>b</i>
C	6,85 <i>b</i>	2,52 <i>b</i>	23,2	6,75 <i>bc</i>	17,3 <i>cd</i>	15,3 <i>cd</i>	0,64 <i>b</i>	53,5 <i>a</i>	15,0	4,25 <i>ab</i>
B1	7,37 <i>a</i>	3,52 <i>ab</i>	13,5	6,50 <i>bc</i>	25,3 <i>bcd</i>	19,0 <i>bc</i>	1,08 <i>a</i>	39,5 <i>ab</i>	13,0	4,75 <i>ab</i>
B2	7,47 <i>a</i>	4,42 <i>a</i>	13,5	8,25 <i>abc</i>	36,8 <i>bc</i>	22,5 <i>ab</i>	1,27 <i>a</i>	32,3 <i>b</i>	11,8	5,25 <i>ab</i>
B1C	7,30 <i>a</i>	3,70 <i>ab</i>	22,7	10,7 <i>ab</i>	45,5 <i>ab</i>	21,3 <i>ab</i>	1,13 <i>a</i>	40,0 <i>ab</i>	13,0	5,25 <i>ab</i>
B2C	7,47 <i>a</i>	4,30 <i>a</i>	20,5	12,7 <i>a</i>	57,5 <i>a</i>	24,5 <i>a</i>	1,33 <i>a</i>	29,5 <i>b</i>	12,3	6,25 <i>a</i>
30-60 cm										
N	6,30 <i>c</i>	1,37	22,7	3,00	8,50 <i>b</i>	10,8 <i>b</i>	0,28 <i>c</i>	55,8	10,8	3,25
C	6,65 <i>bc</i>	1,57	21,7	3,25	12,0 <i>ab</i>	12,3 <i>ab</i>	0,36 <i>bc</i>	47,5	10,3	3,00
B1	7,05 <i>ab</i>	1,77	18,5	3,00	12,5 <i>ab</i>	12,5 <i>ab</i>	0,54 <i>ab</i>	42,8	10,0	2,75
B2	7,15 <i>a</i>	1,87	19,5	3,00	13,5 <i>ab</i>	14,8 <i>ab</i>	0,70 <i>ab</i>	41,0	9,50	3,50
B1C	7,02 <i>ab</i>	2,32	44,7	5,00	16,7 <i>ab</i>	16,3 <i>a</i>	0,75 <i>a</i>	43,5	10,0	3,50
B2C	7,05 <i>ab</i>	2,15	38,5	4,50	17,5 <i>a</i>	16,3 <i>a</i>	0,75 <i>a</i>	44,8	9,50	3,25

- le differenze si vedono quasi esclusivamente nel controllo rispetto ai trattamenti con biochar
- le differenze nel sottosuolo sono da ricondursi alla lavorazione del terreno per incorporare gli ammendanti, anche se avvenuta solo superficialmente

2018		%	kg/ha	mg/100g			ppm			
0-30 cm	pH	C org	N min	P	K	Mg	B	Mn	Cu	Zn
N	6,50 <i>b</i>	3,13 <i>b</i>	18,3 <i>a</i>	3,00 <i>b</i>	14,3 <i>c</i>	12,0 <i>c</i>	0,38 <i>c</i>	61,0 <i>a</i>	17,3 <i>a</i>	4,00 <i>c</i>
C	6,80 <i>b</i>	3,40 <i>b</i>	18,5 <i>a</i>	6,50 <i>ab</i>	15,5 <i>c</i>	13,8 <i>c</i>	0,49 <i>c</i>	53,8 <i>a</i>	15,3 <i>ab</i>	4,25 <i>bc</i>
B1	7,38 <i>a</i>	4,25 <i>ab</i>	13,8 <i>ab</i>	4,75 <i>b</i>	19,8 <i>bc</i>	15,8 <i>bc</i>	0,91 <i>b</i>	46,5 <i>ab</i>	14,8 <i>ab</i>	4,00 <i>c</i>
B2	7,50 <i>a</i>	5,88 <i>a</i>	8,25 <i>b</i>	7,00 <i>ab</i>	28,8 <i>ab</i>	19,5 <i>ab</i>	1,07 <i>ab</i>	29,3 <i>b</i>	12,0 <i>b</i>	5,0 <i>abc</i>
B1C	7,40 <i>a</i>	4,78 <i>a</i>	16,0 <i>a</i>	11,0 <i>a</i>	33,5 <i>a</i>	19,3 <i>ab</i>	1,03 <i>ab</i>	43,3 <i>ab</i>	12,8 <i>b</i>	5,25 <i>ab</i>
B2C	7,45 <i>a</i>	5,50 <i>a</i>	12,5 <i>ab</i>	10,8 <i>a</i>	37,8 <i>a</i>	20,8 <i>a</i>	1,14 <i>a</i>	30,3 <i>b</i>	11,8 <i>b</i>	6,00 <i>a</i>
30-60 cm										
N	6,40 <i>c</i>	1,78	13,0	3,0	9,75	10,3 <i>b</i>	0,18 <i>c</i>	44,0	10,3	2,25
C	6,65 <i>bc</i>	2,00	11,8	3,5	10,5	12,0 <i>ab</i>	0,24 <i>bc</i>	39,8	10,0	2,75
B1	7,10 <i>ab</i>	2,20	10,3	3,0	10,5	12,0 <i>ab</i>	0,41 <i>b</i>	37,0	9,50	2,25
B2	7,35 <i>a</i>	2,58	9,50	3,0	13,0	14,3 <i>a</i>	0,52 <i>a</i>	35,8	9,25	2,50
B1C	7,18 <i>a</i>	2,63	13,3	4,0	13,3	14,8 <i>a</i>	0,56 <i>a</i>	40,8	9,75	2,75
B2C	7,23 <i>a</i>	3,13	10,3	3,0	13,5	14,5 <i>a</i>	0,51 <i>a</i>	35,5	9,50	2,75

2019		%	kg/ha	mg/100g			ppm			
0-30 cm	pH	C org	N min	P	K	Mg	B	Mn	Cu	Zn
N	6,23 <i>c</i>	2,30 <i>c</i>	13,8	3,50 <i>d</i>	15,8 <i>b</i>	12,0 <i>d</i>	0,44 <i>c</i>	61,3 <i>a</i>	18,3 <i>a</i>	4,50 <i>b</i>
C	6,65 <i>bc</i>	2,53 <i>bc</i>	12,8	6,00 <i>cd</i>	16,3 <i>b</i>	14,3 <i>cd</i>	0,52 <i>c</i>	56,5 <i>ab</i>	17,0 <i>ab</i>	4,25 <i>b</i>
B1	7,03 <i>ab</i>	3,53 <i>b</i>	10,5	5,75 <i>cd</i>	19,5 <i>b</i>	15 <i>bcd</i>	1,08 <i>b</i>	56,3 <i>ab</i>	16,8 <i>ab</i>	4,75 <i>b</i>
B2	7,38 <i>a</i>	4,43 <i>a</i>	9,25	8,75 <i>bc</i>	27,0 <i>a</i>	18,3 <i>ab</i>	1,43 <i>a</i>	30,5 <i>d</i>	12,8 <i>b</i>	5,00 <i>ab</i>
B1C	7,13 <i>a</i>	3,70 <i>b</i>	13,8	9,25 <i>ab</i>	27,5 <i>a</i>	17 <i>abc</i>	1,09 <i>b</i>	53 <i>abc</i>	15,0 <i>ab</i>	5,25 <i>ab</i>
B2C	7,30 <i>a</i>	4,30 <i>a</i>	13,3	12,0 <i>a</i>	33,0 <i>a</i>	20,3 <i>a</i>	1,32 <i>a</i>	34,8 <i>cd</i>	13,5 <i>b</i>	6,25 <i>a</i>
30-60 cm										
N	6,20	1,38	9,50	3,00	9,50 <i>c</i>	11,0 <i>c</i>	0,24 <i>d</i>	44,3 <i>a</i>	10,8 <i>ab</i>	2,25
C	6,53	1,58	10,8	3,25	9,50 <i>c</i>	12,3 <i>bc</i>	0,31 <i>cd</i>	41,5 <i>ab</i>	11,0 <i>a</i>	2,50
B1	6,98	1,78	6,50	5,25	11,0 <i>bc</i>	13,8 <i>abc</i>	0,50 <i>bc</i>	37,3 <i>ab</i>	10,8 <i>ab</i>	2,00
B2	7,33	1,88	7,75	3,25	14,8 <i>ab</i>	16,3 <i>a</i>	0,76 <i>a</i>	36,8 <i>ab</i>	9,50 <i>b</i>	3,00
B1C	7,00	2,33	12,5	3,75	15,0 <i>ab</i>	14,8 <i>ab</i>	0,64 <i>ab</i>	40,8 <i>ab</i>	10,8 <i>ab</i>	3,00
B2C	7,20	2,15	11,0	4,25	18,0 <i>a</i>	16,3 <i>a</i>	0,78 <i>a</i>	34,8 <i>b</i>	10,5 <i>ab</i>	3,25

Weißplatter Bodenanalysen / Analisi del suolo

2017		%	kg/ha	mg/100g			ppm			
0-30 cm	pH	C org	N min	P	K	Mg	B	Mn	Cu	Zn
N	6,23 <i>c</i>	2,08 <i>c</i>	37,5	5,25 <i>b</i>	11,0 <i>c</i>	10,7 <i>d</i>	0,48 <i>b</i>	40,3 <i>ab</i>	27,8 <i>a</i>	4,0 <i>b</i>
C	6,73 <i>b</i>	2,60 <i>bc</i>	38,75	12,0 <i>a</i>	17,0 <i>bc</i>	14,8 <i>cd</i>	0,71 <i>b</i>	41,3 <i>a</i>	25,3 <i>ab</i>	6,0 <i>a</i>
B1	7,40 <i>a</i>	2,95 <i>bc</i>	24,5	10,8 <i>a</i>	30,5 <i>abc</i>	17,5 <i>abc</i>	1,11 <i>a</i>	31,5 <i>bc</i>	23,5 <i>ab</i>	6,0 <i>a</i>
B2	7,50 <i>a</i>	4,22 <i>a</i>	30	11,8 <i>a</i>	46,5 <i>a</i>	21,3 <i>a</i>	1,39 <i>a</i>	28,8 <i>c</i>	19,5 <i>b</i>	5,5 <i>ab</i>
B1C	7,30 <i>a</i>	3,28 <i>b</i>	36,75	13,0 <i>a</i>	31,8 <i>ab</i>	18,3 <i>abc</i>	1,08 <i>a</i>	34 <i>abc</i>	23,0 <i>ab</i>	6,0 <i>a</i>
B2C	7,48 <i>a</i>	3,95 <i>ab</i>	25,25	14,5 <i>a</i>	39,5 <i>a</i>	20,8 <i>ab</i>	1,29 <i>a</i>	30,8 <i>c</i>	18,0 <i>b</i>	5,8 <i>ab</i>
30-60 cm										
N	6,23 <i>b</i>	2,13 <i>b</i>	41,25	5,25 <i>b</i>	11,0 <i>b</i>	10,5 <i>d</i>	0,47 <i>b</i>	44,0	26,5	5,25
C	6,55 <i>b</i>	2,33 <i>ab</i>	38	9,0 <i>ab</i>	14,5 <i>ab</i>	12,5 <i>cd</i>	0,57 <i>b</i>	42,3	25,3	5,75
B1	7,33 <i>a</i>	2,80 <i>ab</i>	28,75	10,3 <i>ab</i>	27,0 <i>ab</i>	16,3 <i>abc</i>	1,05 <i>a</i>	35,8	23,5	7,5
B2	7,35 <i>a</i>	3,58 <i>a</i>	36,5	10,3 <i>ab</i>	32,3 <i>a</i>	18,5 <i>a</i>	1,19 <i>a</i>	34,5	22,0	5,50
B1C	7,23 <i>a</i>	3,00 <i>ab</i>	33,5	11,5 <i>a</i>	24,0 <i>ab</i>	17,3 <i>ab</i>	1,02 <i>a</i>	36,0	23,8	7,50
B2C	7,38 <i>a</i>	3,35 <i>ab</i>	28,5	14,0 <i>a</i>	30,3 <i>ab</i>	18,5 <i>a</i>	1,20 <i>a</i>	34,0	19,30	6,25

2018		%		kg/ha		mg/100g		ppm			
0-30 cm	pH	C org	N min	P	K	Mg	B	Mn	Cu	Zn	
N	6,28 <i>b</i>	2,43 <i>c</i>	9,75	7,25 <i>d</i>	14,3 <i>c</i>	11,0 <i>d</i>	0,33 <i>c</i>	53,5 <i>a</i>	27,3 <i>a</i>	4,25 <i>b</i>	
C	6,68 <i>b</i>	2,60 <i>c</i>	8,25	10,3 <i>c</i>	16,8 <i>c</i>	13,5 <i>cd</i>	0,43 <i>c</i>	53,5 <i>a</i>	25,0 <i>a</i>	4,50 <i>b</i>	
B1	7,40 <i>a</i>	3,05 <i>bc</i>	6,75	10,0 <i>cd</i>	27,5 <i>b</i>	16,0 <i>bc</i>	1,09 <i>a</i>	44,3 <i>a</i>	22,8 <i>ab</i>	4,75 <i>b</i>	
B2	7,48 <i>a</i>	3,95 <i>ab</i>	3,00	11,8 <i>bc</i>	39,0 <i>a</i>	19,5 <i>a</i>	1,24 <i>a</i>	29,8 <i>b</i>	17,8 <i>bc</i>	5,00 <i>b</i>	
B1C	7,30 <i>a</i>	3,45 <i>abc</i>	10,3	12,3 <i>bc</i>	27,0 <i>b</i>	16,3 <i>b</i>	0,92 <i>b</i>	48,0 <i>a</i>	22,0 <i>ab</i>	5,25 <i>ab</i>	
B2C	7,48 <i>a</i>	4,45 <i>a</i>	3,25	15,3 <i>a</i>	42,3 <i>a</i>	20,8 <i>a</i>	1,22 <i>a</i>	25,0 <i>b</i>	15,5 <i>c</i>	6,75 <i>a</i>	
30-60 cm											
N	6,25 <i>b</i>	2,18 <i>c</i>	13,5	6,75 <i>d</i>	14,5 <i>c</i>	10,5 <i>d</i>	0,30 <i>c</i>	52,5 <i>a</i>	26,3 <i>a</i>	3,75 <i>b</i>	
C	6,60 <i>b</i>	2,45 <i>c</i>	13,0	10,5 <i>bc</i>	18,8 <i>bc</i>	13,0 <i>c</i>	0,44 <i>c</i>	54,5 <i>a</i>	24,3 <i>ab</i>	5,00 <i>ab</i>	
B1	7,38 <i>a</i>	2,85 <i>bc</i>	8,00	10,0 <i>bc</i>	25,8 <i>b</i>	15,3 <i>bc</i>	0,91 <i>b</i>	53,5 <i>a</i>	24,0 <i>ab</i>	4,75 <i>ab</i>	
B2	7,48 <i>a</i>	3,63 <i>a</i>	4,75	12,3 <i>ab</i>	38,5 <i>a</i>	18,3 <i>a</i>	1,19 <i>a</i>	36,8 <i>b</i>	18,8 <i>ab</i>	5,00 <i>ab</i>	
B1C	7,28 <i>a</i>	3,23 <i>ab</i>	17,5	12,8 <i>ab</i>	28,3 <i>b</i>	15,5 <i>b</i>	0,88 <i>b</i>	50,8 <i>b</i>	22,0 <i>ab</i>	5,00 <i>ab</i>	
B2C	7,45 <i>a</i>	3,65 <i>a</i>	7,25	14,8 <i>a</i>	39,3 <i>a</i>	19,5 <i>a</i>	1,15 <i>a</i>	37,5 <i>b</i>	16,8 <i>b</i>	5,75 <i>a</i>	

2019		%	kg/ha	mg/100g			ppm			
0-30 cm	pH	C org	N min	P	K	Mg	B	Mn	Cu	Zn
N	6,13 <i>c</i>	2,43 <i>c</i>	28,0	7,75 <i>c</i>	17,8 <i>c</i>	11,0 <i>d</i>	0,33 <i>c</i>	54,3 <i>a</i>	28,5 <i>a</i>	6,75
C	6,45 <i>b</i>	2,70 <i>c</i>	26,5	14,0 <i>b</i>	20,0 <i>c</i>	14,0 <i>c</i>	0,50 <i>c</i>	57,0 <i>a</i>	26,8 <i>ab</i>	5,50
B1	7,15 <i>a</i>	3,43 <i>bc</i>	23,8	14,8 <i>ab</i>	29,5 <i>b</i>	14,5 <i>c</i>	1,15 <i>ab</i>	54,3 <i>a</i>	25,8 <i>ab</i>	6,75
B2	7,38 <i>a</i>	4,95 <i>a</i>	19,3	17,8 <i>ab</i>	39,8 <i>a</i>	18,8 <i>ab</i>	1,41 <i>a</i>	34,5 <i>c</i>	19,8 <i>cd</i>	6,00
B1C	7,15 <i>a</i>	3,58 <i>abc</i>	23,3	17,8 <i>ab</i>	30,8 <i>b</i>	16,3 <i>bc</i>	1,09 <i>b</i>	53,5 <i>ab</i>	23,5 <i>bc</i>	6,75
B2C	7,30 <i>a</i>	4,43 <i>ab</i>	18,5	19,3 <i>a</i>	37,0 <i>ab</i>	20,0 <i>a</i>	1,28 <i>ab</i>	38,5 <i>bc</i>	17,8 <i>d</i>	7,25
30-60 cm										
N	6,25 <i>b</i>	2,15 <i>c</i>	26,5	5,75 <i>d</i>	12,8 <i>d</i>	11,0 <i>c</i>	0,30 <i>c</i>	57,5	27,0 <i>a</i>	4,75
C	6,45 <i>b</i>	2,35 <i>bc</i>	25,0	8,50 <i>c</i>	14,3 <i>cd</i>	12,5 <i>bc</i>	0,42 <i>c</i>	59,0	26,5 <i>a</i>	4,50
B1	7,13 <i>a</i>	2,68 <i>abc</i>	21,3	10,0 <i>bc</i>	22,5 <i>bc</i>	13,8 <i>b</i>	0,89 <i>b</i>	60,5	26,8 <i>a</i>	5,00
B2	7,38 <i>a</i>	3,53 <i>a</i>	19,5	12,3 <i>ab</i>	32,3 <i>a</i>	18,0 <i>a</i>	1,17 <i>a</i>	48,8	21,8 <i>ab</i>	5,25
B1C	7,10 <i>a</i>	2,73 <i>abc</i>	22,3	10,8 <i>bc</i>	22,3 <i>bc</i>	14,5 <i>b</i>	0,87 <i>b</i>	55,8	24,5 <i>ab</i>	5,00
B2C	7,33 <i>a</i>	3,13 <i>ab</i>	19,5	13,8 <i>a</i>	30,8 <i>ab</i>	18,0 <i>a</i>	1,11 <i>ab</i>	52,0	20,3 <i>b</i>	5,75

Blattanlysen / Analisi fogliari

- Le abbondanze di macro e microelementi nelle tre annate, in entrambi i vigneti sperimentali, non hanno mostrato differenze significative salvo nei casi seguenti:

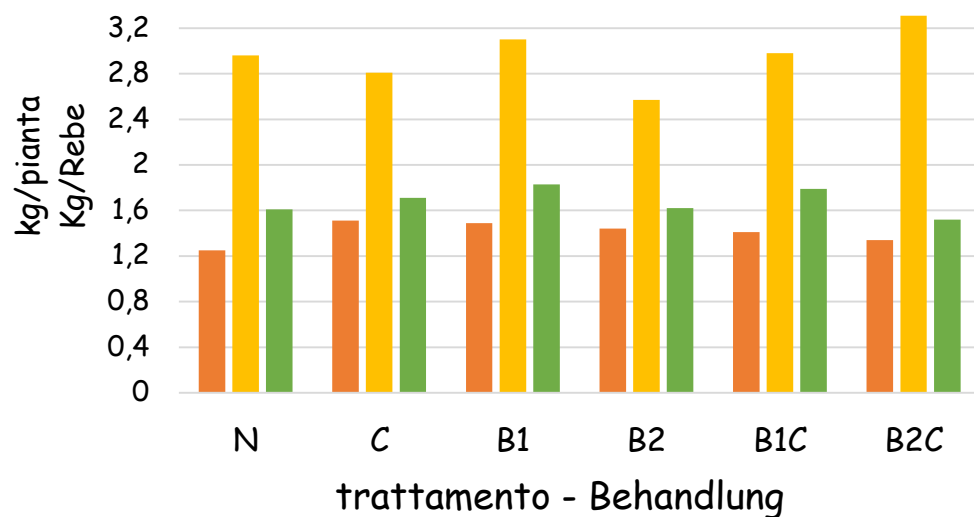


	Moarhof		Weißplatter		
	B 2019		Mg 2018	Mn 2018	Mn 2019
	(ppm)		(%)	(ppm)	(ppm)
N	26,18 <i>b</i>		0,125 <i>b</i>	95,38 <i>a</i>	137,9 <i>ab</i>
C	28,45 <i>ab</i>		0,125 <i>b</i>	91,30 <i>a</i>	152,0 <i>a</i>
B1	26,53 <i>ab</i>		0,153 <i>a</i>	75,75 <i>b</i>	107,6 <i>bc</i>
B2	26,18 <i>b</i>		0,158 <i>a</i>	74,93 <i>b</i>	99,85 <i>bc</i>
B1C	32,30 <i>a</i>		0,143 <i>ab</i>	76,65 <i>b</i>	114,8 <i>abc</i>
B2C	30,95 <i>ab</i>		0,163 <i>a</i>	74,30 <i>b</i>	95,75 <i>c</i>

Ertrag / Produttività

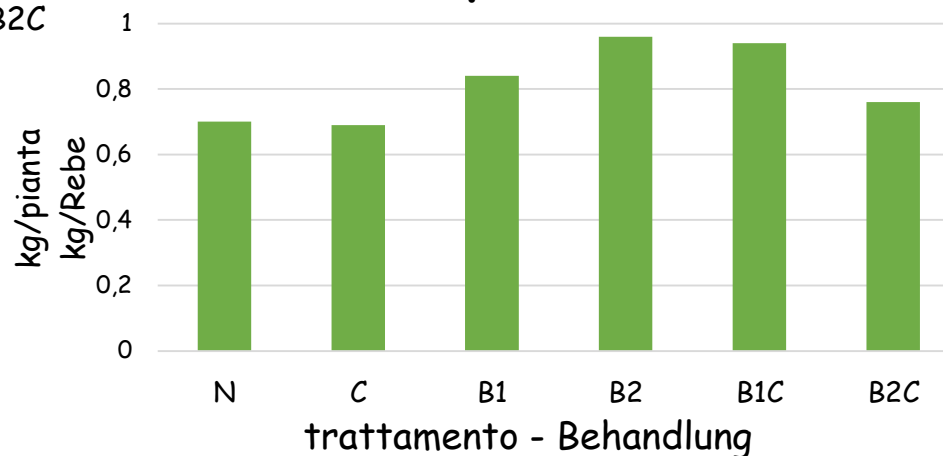
Moarhof

2017 2018 2019



- in entrambi i campi non vi è
nessuna differenza significativa
fra i trattamenti riguardo alla
produzione media per pianta

Weißplatter



- essendo un impianto giovane
la vendemmia è stata
effettuata solo al terzo anno

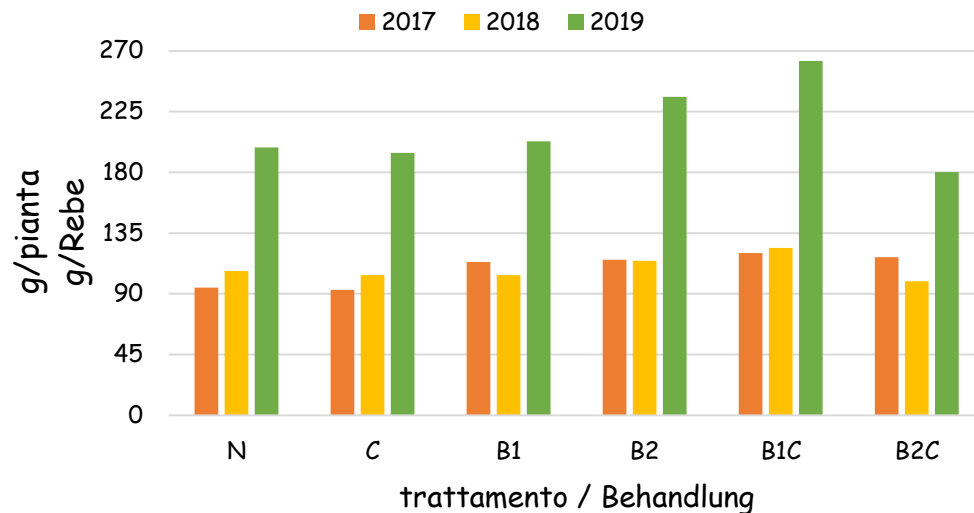


Triebwachstum / Accrescimento

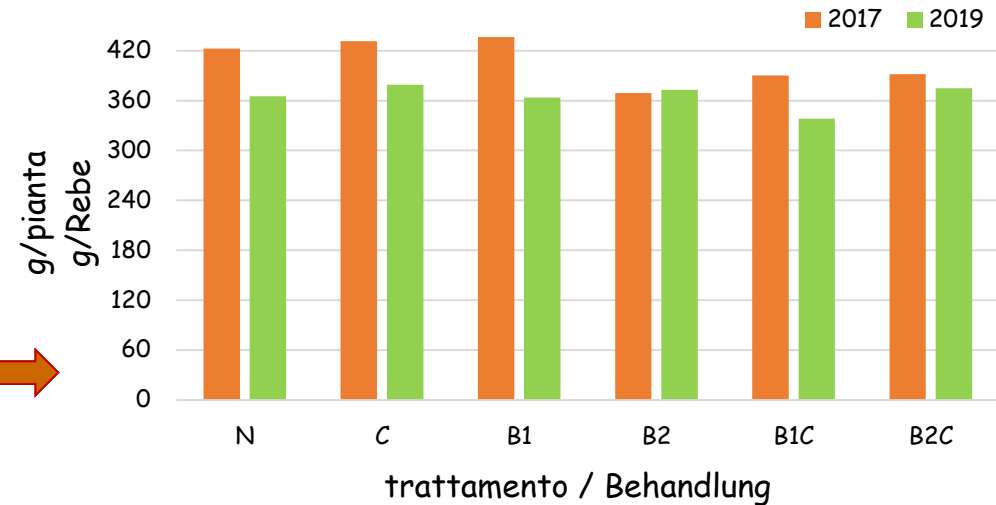
- potatura invernale dei tralci annuali per quantificare l'accrescimento medio per pianta
- *dati mancanti per Moarhof 2018



Weißplatter



Moarhof



- in entrambi i campi non vi è nessuna differenza significativa fra i trattamenti riguardo all'accrescimento medio per pianta

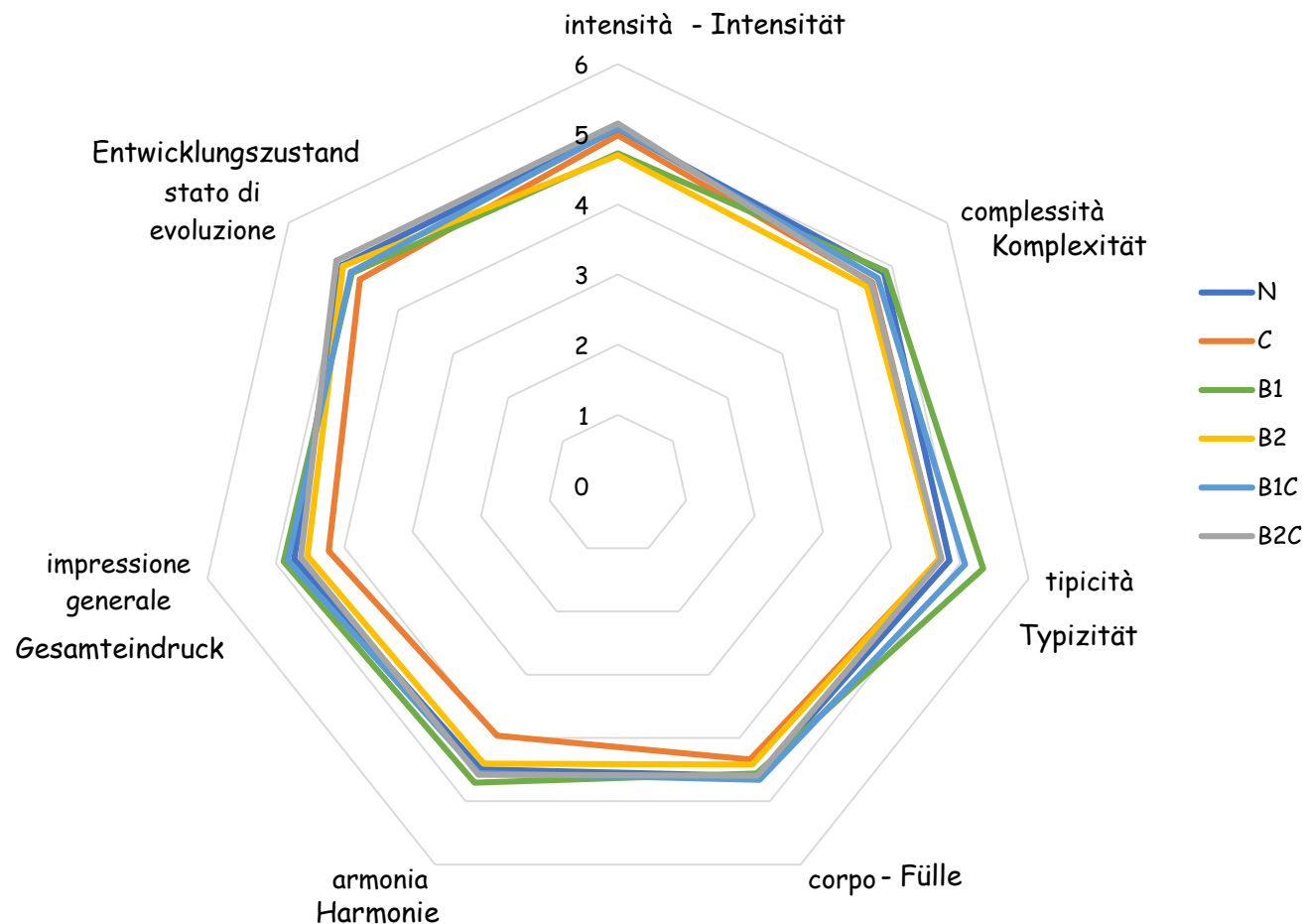
Mostanalysen / analisi dei mosti

Trattamento / anno Behandlung / Jahr	° Babo			Acidità tot Gesamtsäure (g/l)			pH			APA - HVS (mg/l)		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
N	16,30	16,76	16,81	5,67	4,68	6,07	3,32	3,31	3,33	120	73,5	87,5
C	16,14	16,66	16,76	5,97	4,73	6,21	3,3	3,30	3,32	123	75,5	75,5
B1	16,05	17,10	16,49	5,98	4,50	6,00	3,3	3,33	3,32	111	65	70,5
B2	16,07	17,01	16,46	6,16	4,48	6,11	3,3	3,35	3,34	123	63	67,5
B1C	16,43	16,27	16,44	6,20	4,68	5,71	3,36	3,29	3,33	158	58,5	57,5
B2C	16,32	15,98	16,35	6,38	4,88	5,78	3,36	3,31	3,35	163,5	80,5	72,5



Nessuna differenza significativa fra i trattamenti nelle varie annate

Weinbewertung / Valutazione vini 2017-2019



- In media non vi è nessuna differenza significativa fra i trattamenti riguardo ogni parametro considerato nella degustazione

Apfelanlage / meleto

Blocco 65

Varietà: Pink Lady - Rosy glow

- N** controllo non trattato
- C** compost: 1,8 kg/pianta
- BC** biochar 1 kg + compost 1,8 kg/pianta

Analisi del suolo

- Macro- e microelementi analizzati solo il primo anno
- Le lettere indicano differenze significative fra i trattamenti



0-30 cm	2017	2018	2019	2017	kg/ha	%		mg/100g			ppm			
	sostanza secca - Trockenmasse (%)			pH	N min	C org	P	K	Mg	B	Mn	Cu	Zn	
N	75,0 <i>a</i>	77,8 <i>ab</i>	76,5	7,4 <i>b</i>	59,0	1,85 <i>b</i>	11,5 <i>c</i>	22,3 <i>b</i>	13,5 <i>b</i>	0,32 <i>c</i>	21,75	9,5 <i>a</i>	7,75 <i>b</i>	
C	75,5 <i>a</i>	78,0 <i>a</i>	74,0	7,5 <i>b</i>	30,8	2,95 <i>b</i>	25,5 <i>b</i>	45,0 <i>b</i>	19,3 <i>b</i>	0,82 <i>b</i>	21,75	9,0 <i>a</i>	11,0 <i>a</i>	
BC	72,0 <i>b</i>	74,8 <i>b</i>	76,3	7,7 <i>a</i>	27,3	6,60 <i>a</i>	28,3 <i>a</i>	88,0 <i>a</i>	27,0 <i>a</i>	1,39 <i>a</i>	21,25	7,5 <i>b</i>	11,3 <i>a</i>	

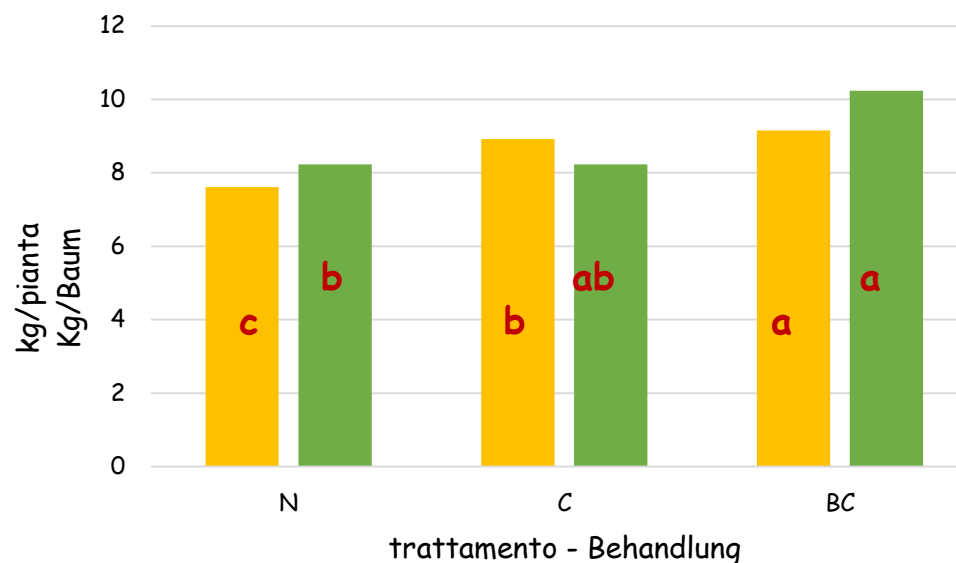
Blattanalysen / Analisi fogliari

2018	%			ppm
	K	Ca	Mg	Mn
N	1,61 <i>b</i>	1,84 <i>a</i>	0,303 <i>b</i>	29,7 <i>b</i>
C	1,73 <i>ab</i>	1,79 <i>ab</i>	0,335 <i>ab</i>	34,1 <i>ab</i>
BC	1,88 <i>a</i>	1,45 <i>b</i>	0,403 <i>a</i>	42,4 <i>a</i>



Ertrag / Produttività

■ 2018 ■ 2019

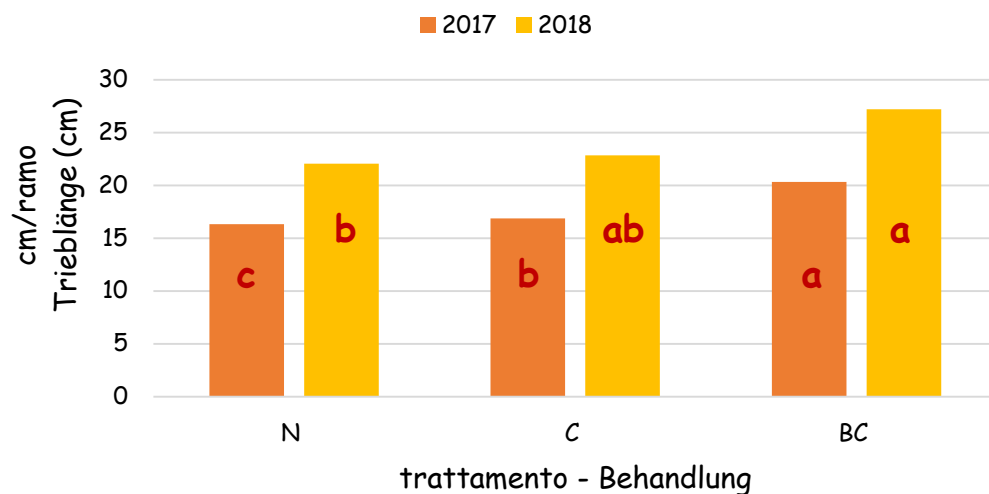


- Le abbondanze di macro e microelementi analizzati nel 2018 non hanno mostrato differenze significative salvo nei casi specificati
 - La produttività mostra un significativo aumento in entrambe le annate in presenza di biochar

Triebzuwachs / Accrescimento

- Misura della lunghezza dei rami annuali (> 5 cm)

Accrescimento medio annuo Jährliches Wachstum



- Misura del diametro dei fusti a 1 m dal suolo
Accrescimento medio annuo indicato in mm


	2017	2018	2019
N	+ 3,97	+ 4,11	+ 7,05
C	+ 4,38	+ 4,15	+ 6,51
BC	+ 3,77	+ 5,04	+ 6,96

- Le piante trattate con biochar mostrano un accrescimento significativamente maggiore; le circonferenze dei fusti invece non differiscono in maniera significativa, ma mostrano all'incirca lo stesso trend

Schlussfolgerungen / Conclusioni

Biochar come ammendante del suolo:



- Aumenta il pH e il contenuto di humus del suolo, migliora la disponibilità di alcuni macro- e microelementi, escluso Mn e Cu
- Nei vigneti non ha influenzato la disponibilità di azoto nel terreno né il contenuto di azoto nelle foglie o nei mosti (in condizioni di un apporto molto limitato di azoto)
- di conseguenza non ha avuto effetti rilevabili sulla crescita delle viti né sulla loro produttività e
- non ha avuto effetti rilevabili sui parametri chimici e sensoriali dei vini. 
- Nel meleto si ha avuto maggiore vigoria nella crescita e maggiore produttività nelle piante trattate con biochar, probabilmente per il livello più elevato di azoto già presente nel terreno in seguito ad apporti annuali.

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Grazie per la vostra attenzione

Il biochar da cippato di conifera come ammendante dei suoli agricoli dell'Alto Adige: impatto sulle emissioni di gas serra e sugli stock di carbonio

Valutazione degli effetti “ambientali” dell’aggiunta di biochar al suolo

1. **STABILITÀ del biochar** prodotto da residui legnosi nei suoli agrari della Provincia di Bolzano.

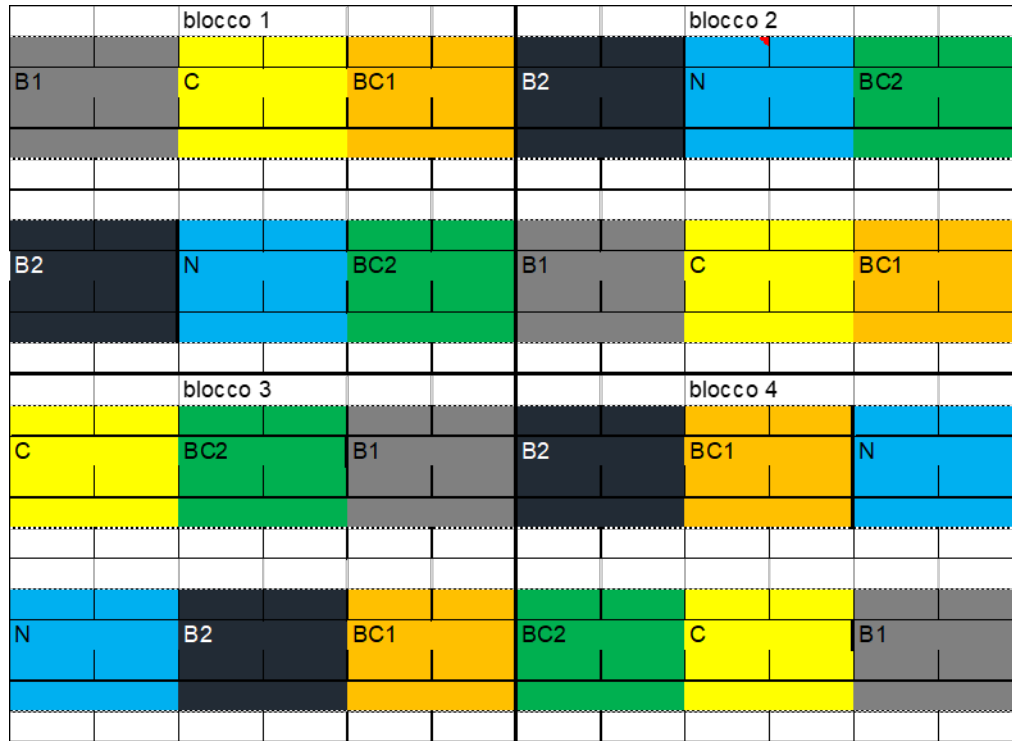
Fondamentale per **umentare lo stock di C nel suolo** nel suolo e incrementare il potenziale di **sequestro di C** dell’agricoltura.

Tempo medio di permanenza nel suolo ancora incerto, stimato tra le **decine** e le **migliaia** di anni.

2. **EMISSIONE DI GAS SERRA dal suolo**

Comprendere se l’applicazione di biochar possa contribuire alla riduzione dell’emissione di gas serra dai suoli agricoli della Provincia.

Metodi – sito e schema sperimentale



N	non trattato
C	compost (45 t/ha)
B1	biochar dose 1 (25 t/ha)
B2	biochar dose 2 (50 t/ha)
BC1	biochar dose 1 + compost
BC2	biochar dose 2 + compost



Vigneto (Müller Thurgau) nei pressi Merano (Moarhof)

Metodi - stabilità del biochar nel suolo

CAMPIONAMENTO SUOLO :

- T0 (prima della distribuzione del biochar)
- T1 (3 settimane dopo la distribuzione del biochar)
- T2 (1 anno dopo la distribuzione del biochar)
- T3 (2 anni dopo la distribuzione del biochar)

STABILITÀ DEL BIOCHAR STIMATA ATTRAVERSO 2 TECNICHE ANALITICHE :

1. Bilancio di massa isotopico (^{13}C)
2. Analisi dei BPCA (Busch and Glaser 2015)



Metodi - stabilità del biochar nel suolo

Bilancio di massa isotopico:

$$f = \frac{(\delta^{13}\text{C}_{\text{tot}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{SOM}})}{(\delta^{13}\text{C}_{\text{biochar}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{SOM}})}$$

$$\delta^{13}\text{C}_{\text{biochar}} = -24.8\text{‰}$$

$\delta^{13}\text{C}_{\text{SOM}}$ = firma isotopica del suolo prima della distribuzione degli ammendanti (T0) = -27.9

$\delta^{13}\text{C}_{\text{tot}}$ = firma isotopica del suolo dopo la distribuzione degli ammendamenti (T1, T2, T3)

Calcolo della **quantità di biochar rimanente nel suolo** nei diversi tempi di campionamento

Modello di decadimento esponenziale:

$$Y_t = Y_0 e^{-kt}$$

k = tasso di degradazione

Tempo medio di permanenza del biochar nel suolo (MRT)

Metodi - stabilità del biochar nel suolo



MARTIN-LUTHER-UNIVERSITÄT
HALLE-WITTENBERG

Fakultät Naturwissenschaften III
Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften
FG Bodenbiogeochemie

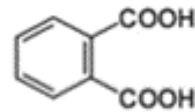


Bruno Glaser

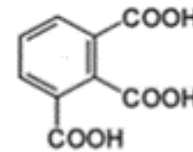


Katja Wiedner

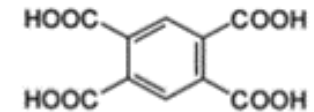
Quantificazione dei (BPCA) **Acidi Policarbossilici Aromatici** :
marcatori molecolari del black carbon



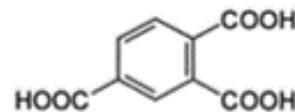
phthalic acid



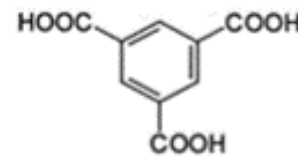
hemimellitic acid



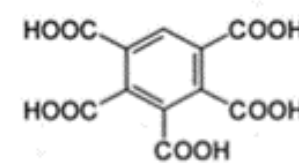
pyromellitic acid



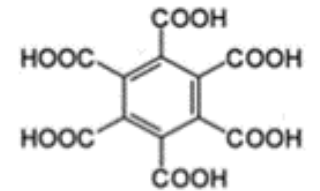
trimellitic acid



trimesic acid



benzenepentacarboxylic acid



mellitic acid

Calcolo della **quantità di biochar rimanente nel suolo** nei diversi tempi di campionamento (**T1 e T3**).

Metodi - impatto sulle emissioni di GHG dal suolo



PICARRO

CRDS Analyzer

Carbon and Water Cycle Measurements

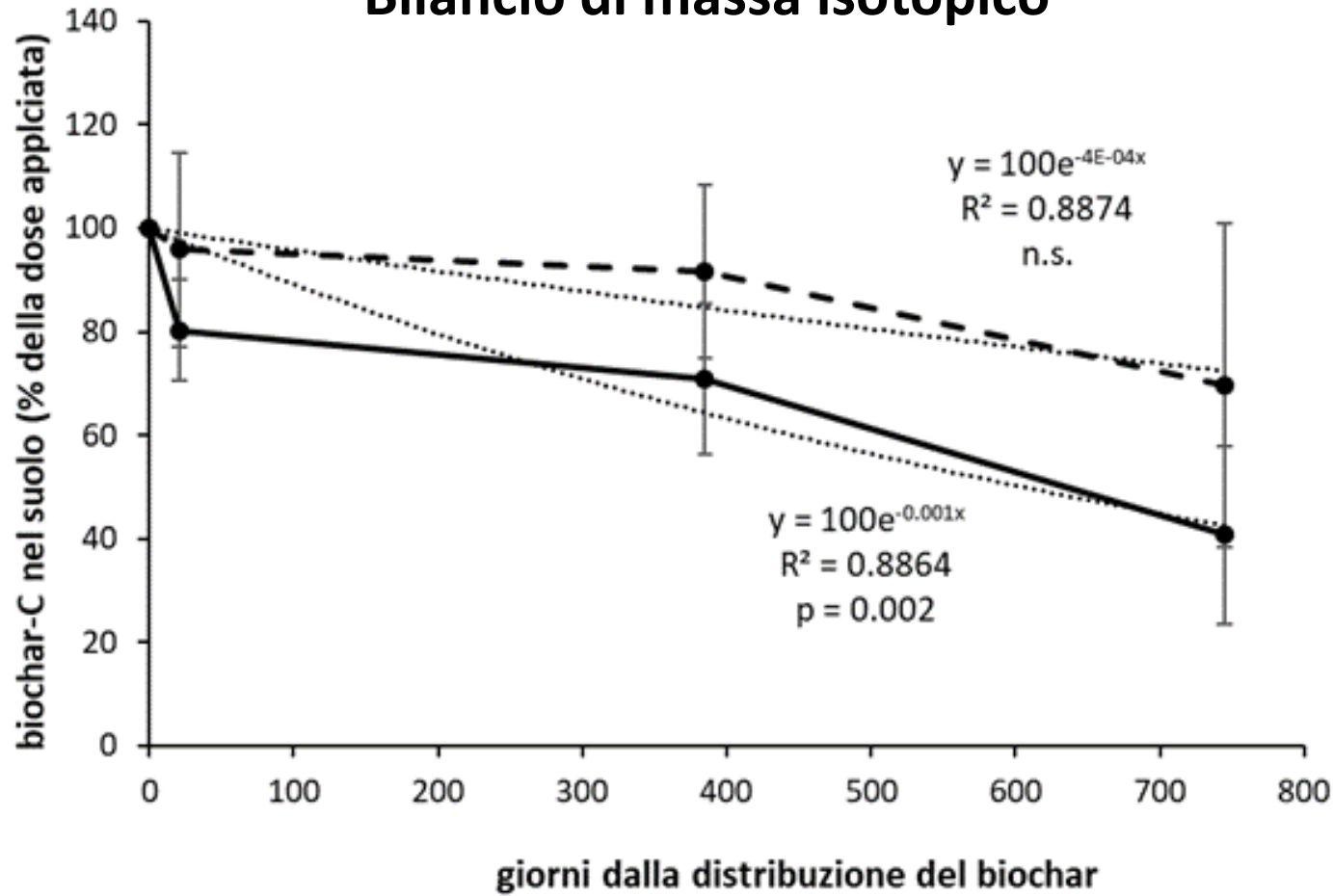
$N_2O + CH_4 + CO_2$



Misure effettuate con cadenza mensile per due anni e mezzo

Risultati - stabilità del biochar nel suolo

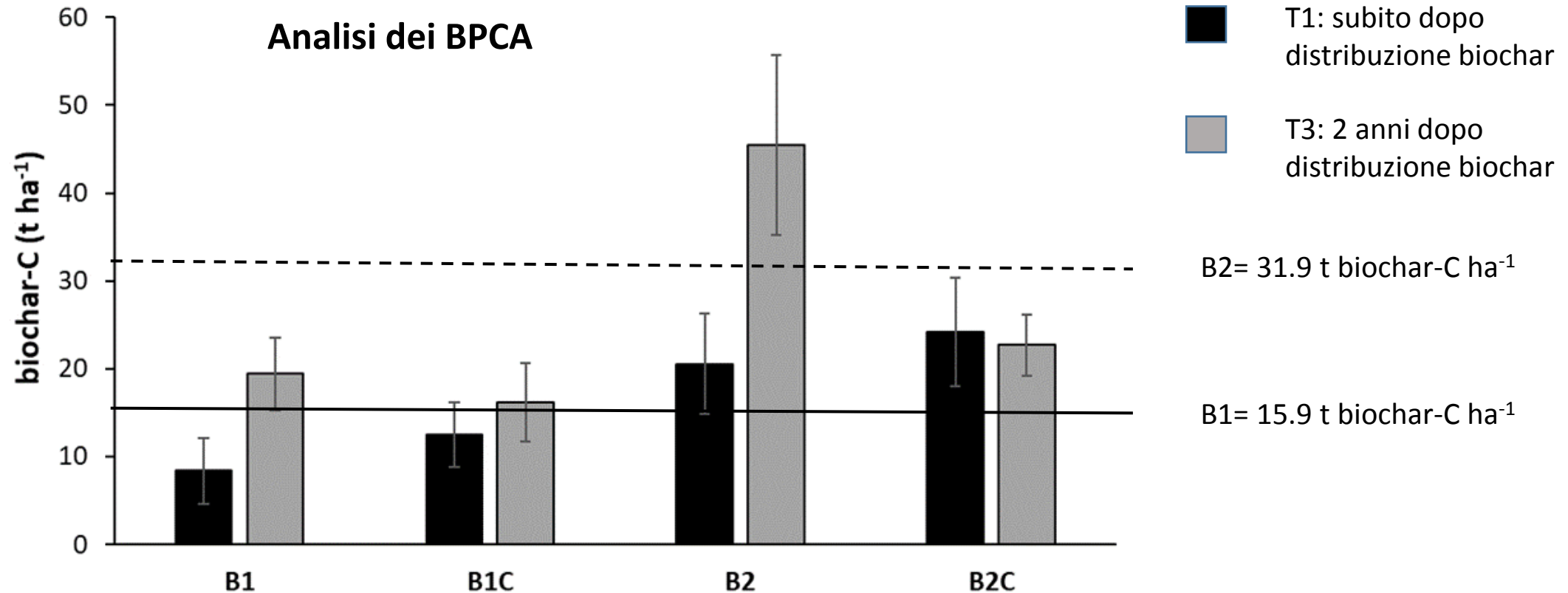
Bilancio di massa isotopico



B1: MRT = di 2,7 anni
B2: degradazione non significativa

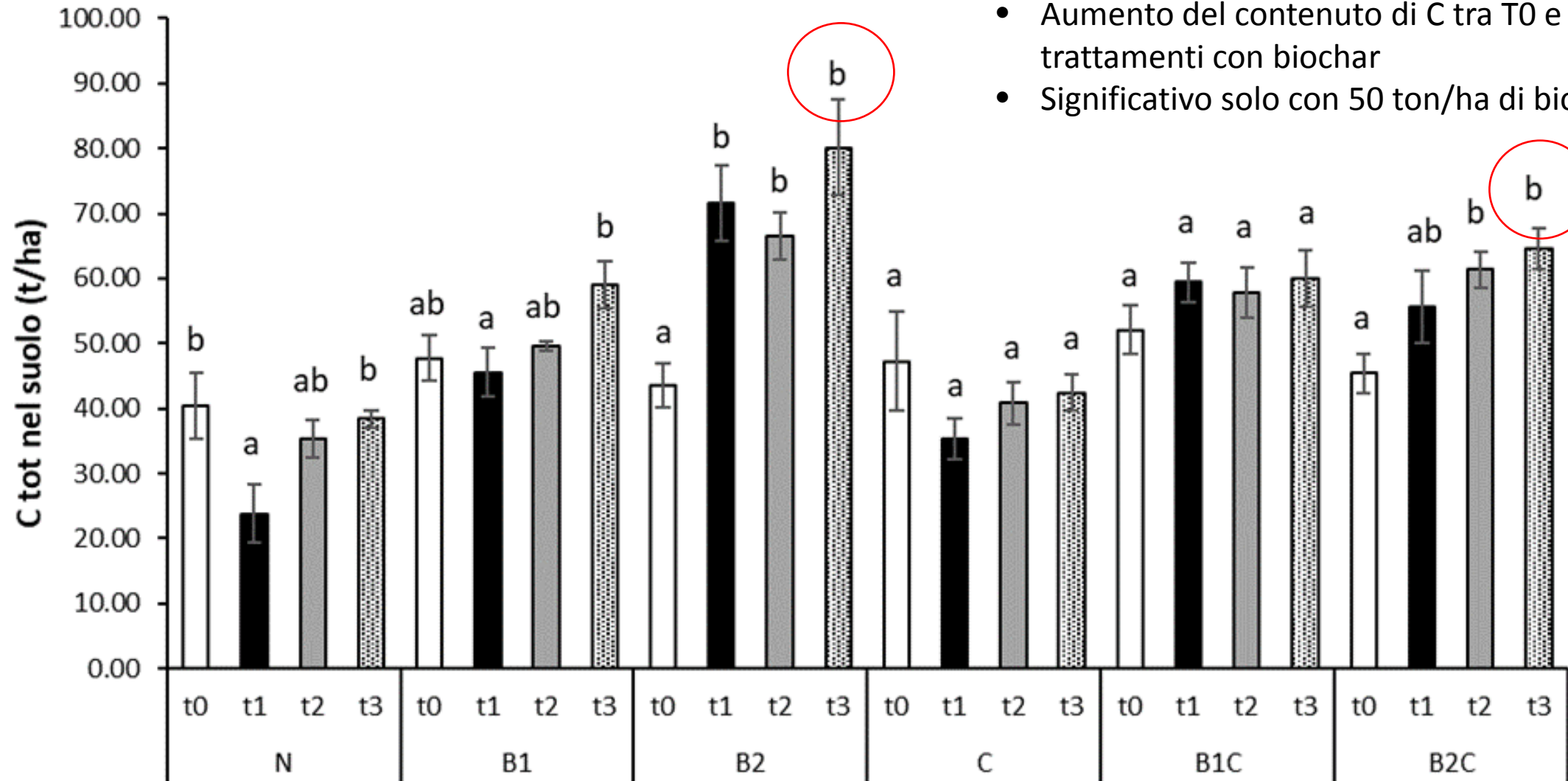
Elevata incertezza (variabilità naturale del suolo)

Risultati - stabilità del biochar nel suolo



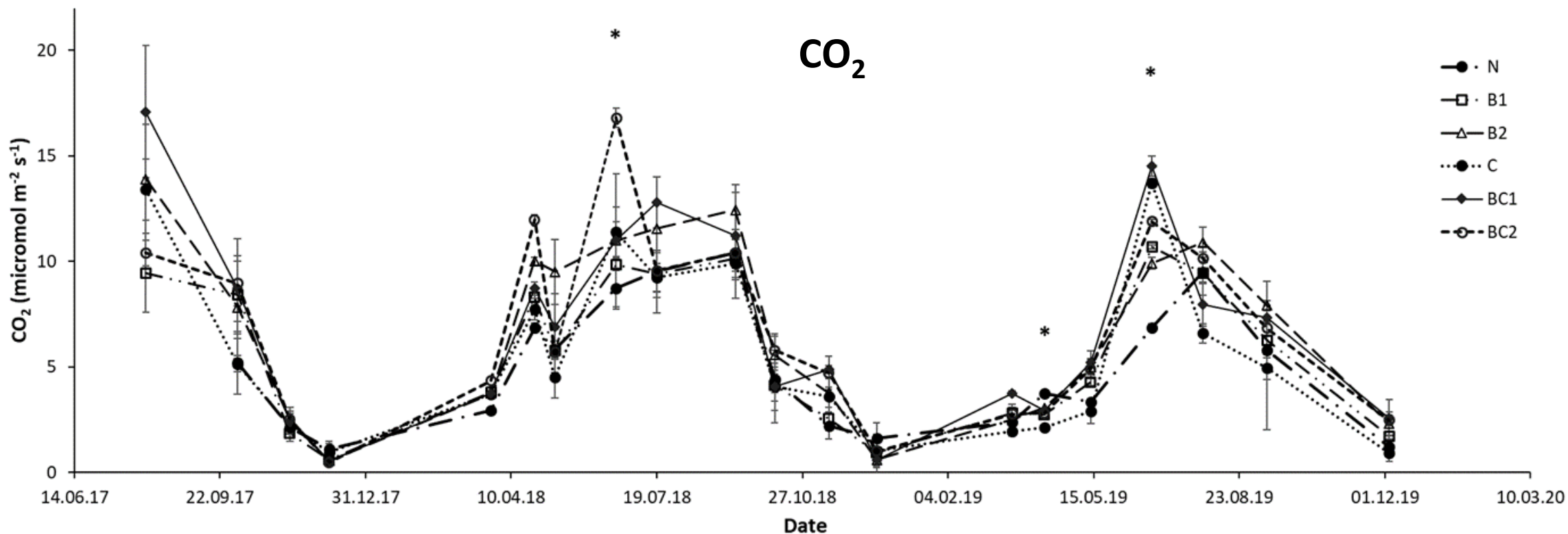
- Variazione nel tempo non statisticamente significativa → degradazione lenta
- Apparente riduzione al T1 e aumento al T3
 - Variazione densità del suolo
 - produzione di black carbon in-situ da parte di microrganismi del suolo

Risultati - stabilità del biochar nel suolo



- Aumento del contenuto di C tra T0 e T3 nei trattamenti con biochar
- Significativo solo con 50 ton/ha di biochar

Risultati - effetto sulle emissioni di GHG

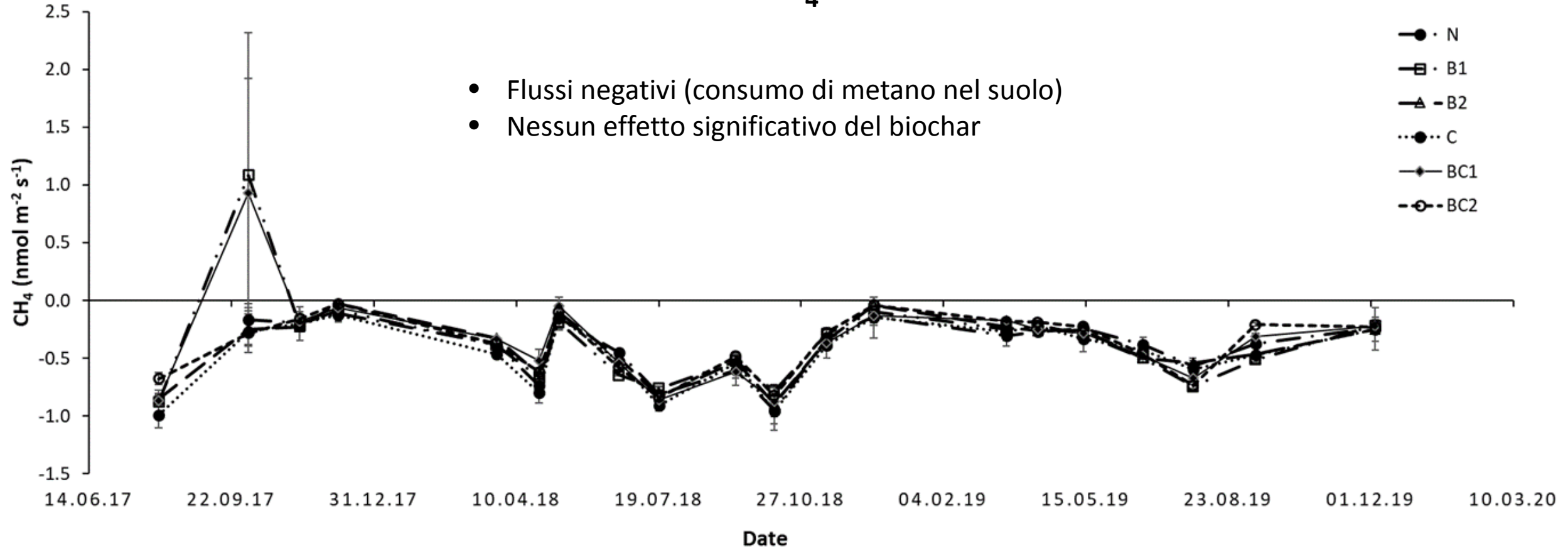


Il biochar ha causato un aumento delle emissioni significativo solo in 2 date di misura, solo alla dose di 50 ton/ha

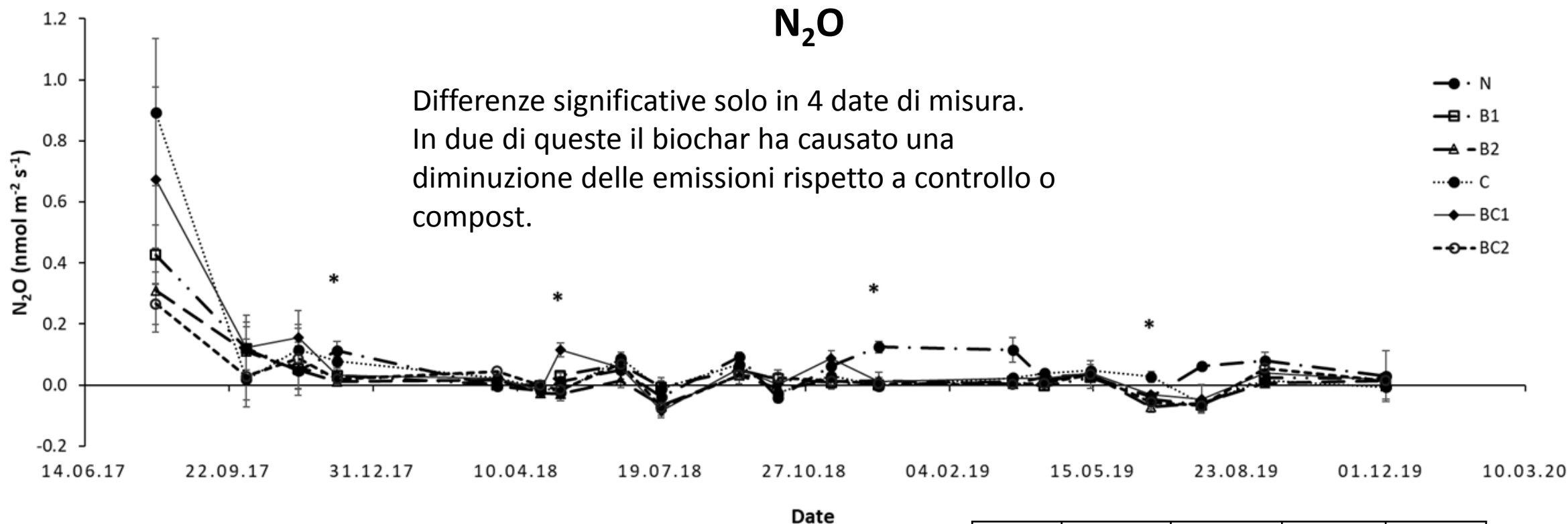
	Giu. 2018	Apr. 2019	Lug. 2019
N	8,7 a	3,7 b	9,5 ab
B1	9,9 a	2,7 ab	9,4 ab
B2	11 ab	3 ab	10,9 c
C	11,4 a	2,1 a	6,6 a
B1C	11,1 ab	2,9 ab	7,9 bc
B2C	16,8 b	2,8 ab	10,2 ab

Risultati - effetto sulle emissioni di GHG

CH₄



Risultati - effetto sulle emissioni di GHG



Dicembre 2017: B2 > N
 Maggio 2018: B1C > B2, C e B2C
 Dicembre 2018: N > altri trattamenti
 Giugno 2019: C > B2

	Dic. 2017	Mag. 2018	Dic. 2018	Giu. 2019
N	0,11 b	0,01 ab	0,12 b	-0,04 ab
B1	0,03 ab	0,03 ab	0,01 a	-0,05 ab
B2	0,01 a	-0,03 a	0,01 a	-0,07 a
C	0,08 ab	-0,02 a	-0,01 a	0,02 b
B1C	0,03 ab	0,11 b	0,01 a	-0,03 ab
B2C	0,02 ab	-0,01 a	0,01 a	-0,06 ab

Conclusioni generali

- ✓ Risultati contrastanti riguardo alla stabilità del biochar nel suolo ma
 - ✓ Aumento del C totale del suolo alla dose più alta di biochar (50 ton/ha di biochar).
 - ✓ Assenza di controindicazioni riguardo all'emissione di gas serra dal suolo.
- L'applicazione del **biochar** nei suoli agrari altoatesini **può contribuire alla mitigazione dei cambiamenti climatici**, da parte del settore agricolo, almeno a medio termine.

A scenic mountain landscape. In the foreground, there is a vineyard with rows of grapevines and a field of yellow wildflowers. A wire fence runs across the middle ground. In the background, a small village with a church spire is nestled on a green hillside. The surrounding mountains are covered in green vegetation, with some snow patches visible on the higher peaks under a cloudy sky.

Grazie per la vostra attenzione
Vilen Dank für ihre Aufmerksamkeit