



LINEE GUIDA

PROcessi innovativi per la gestione dei reflui ZOOtecnici



1. IL CONCENTRATORE PROTOTIPALE

La gestione dei reflui prodotti dagli allevamenti è normata da una specifica legislazione che ne regola l'utilizzo e lo smaltimento allo scopo principale di ridurre al minimo il loro impatto sull'ambiente.

Nel progetto in questione il digestato suino prodotto dall'impianto di biogas dell'azienda agricola Campo Bo' di Montechiarugolo (PR), è stato processato da un prototipo concentratore, allo scopo di ridurre da una parte il volume, dall'altra i rischi sull'ambiente.

In sostanza il concentratore prototipale consente di trasformare dei reflui organici voluminosi e inquinanti in prodotti organici più concentrati e meno inquinanti, più facilmente gestibili dalle aziende agricole.

Il **concentratore** prototipale è stato sviluppato e messo a punto da Stazione Sperimentale Industria Conserve Alimentari (SSICA) con il supporto tecnico-logistico di Tecnoparma srl.

L'impianto è basato su due fasi/momenti:

1° fase: EVAPORAZIONE

Il prodotto organico di partenza viene sottoposto ad un processo fisico di evaporazione a determinate temperature consentendo di estrarre la totalità dell'azoto in forma ammoniacale ottenendo così un prodotto liquido **condensato** che costituisce circa l'85% del volume in ingresso. Il restante 15% è un prodotto secondario concentrato ricco di **stanza organica** che si presenta come **palabile o semi palabile** e quindi di più facile gestione rispetto al prodotto iniziale.

2° fase: OSMOSI INVERSA

Nella seconda fase, il **condensato** è sottoposto a un processo di osmosi inversa che, dopo due cicli, consente di ottenere un **permeato** (circa il 70-75% del refluo iniziale) che presenta tutti i valori dei parametri chimici rientranti nei limiti di legge per lo scarico in acque superficiali.

Il restante **ritentato** contiene la totalità della componente **azotata** in forma ammoniacale concentrata in un ridotto volume (circa il 4-8% del refluo iniziale) e può essere valorizzata come fertilizzante azotato.

Foto 1: concentratore prototipale Tecnoparma srl installato presso la SSICA



Nel digestato suino di partenza è stata riscontrata la presenza consistente di sostanze inerti come sabbia (provenienti dal fondo del digestore) che hanno comportato la sostituzione di alcune membrane del

concentratore. In quest'ottica sarebbe opportuno pensare di filtrare il digestato suino prima dell'accesso al prototipo.

2. Utilizzazione agronomica dei prodotti ottenuti dal concentratore prototipale

I materiali organici ottenuti dal processamento del digestato suino con prototipo concentratore possono essere utilizzati in agricoltura come fertilizzanti. Nel dettaglio:

CONCENTRATO ORGANICO PALABILE/SEMI-PALABILE (umidità 21% circa)

Utilizzabile come fertilizzante organico in tutte le colture agricole, ricco di sostanza organica, povero di azoto ammoniacale.

Analisi chimica:

Analisi	UM	Concentrato palabile
pH		8-9
Residuo 105°C	% ss	14-18
Residuo 550°C	% ss	4-5
Fosforo (P ₂ O ₅)	mg/l	8000-1100
Azoto totale	mg/kg	5000-7000
Az. Ammoniacale	mg/l	150-200



RITENTATO (SALI DI AMMONIO): prodotto liquido, limpido, concentrato, corrispondente a circa il 4-8% del volume di refluo iniziale, contenente azoto ammoniacale (1,8-2%) e fosforo (0,6-1,8%).

Il processo di osmosi inversa a carico del condensato ottenuto dalla prima fase del processo (evaporazione) deve essere ripetuto più volte, con almeno 2 ciclo di processo. Ad ogni ciclo la concentrazione del RITENTATO aumenta.

Utilizzabile come fertilizzante organico in tutte le colture agricole, specialmente in fertirrigazione

Analisi chimica del 1° ritentato

Analisi	UM	Ritentato Concentrato
pH		7-8
Fosforo (P ₂ O ₅)	mg/l	6800-8200
Azoto totale	mg/kg	18500-20000
Az. Ammoniacale	mg/l	18000-19000
Az. Nitrico	mg/l	14-18
Az. Nitroso	mg/l	<0,5
Cloruri	mg/l	300-350
COD		4500-6000
Torbidità	NTU	80-100
Solidi sospesi	mg/l	60-80
Solfati	mg/l	800-950



PERMEATO: il condensato ottenuto da evaporazione viene sottoposto ad un processo di osmosi inversa con ottenimento di un permeato, ovvero un prodotto liquido costituito essenzialmente da “acqua pulita”, svuotato di tutti i componenti originari del digestato. Il primo permeato ottenuto dal condensato viene riprocessato per osmosi inversa per ottenere un secondo permeato, ulteriormente più povero dei componenti chimici del digestato.

Le sostanze residue ancora presenti nel permeato sono in concentrazioni al di sotto dei limiti di legge previsti. Il permeato può essere **scaricato nelle acque superficiali**, oppure reimpiegato in azienda per **lavaggio o irrigazione**.

Analisi chimica: esempio del 2° PERMEATO

Analisi	UM	2° Permeato
pH		5,5-6,5
Fosforo (P ₂ O ₅)	mg/l	4-7
Azoto totale	mg/kg	6-8
Az. Ammoniacale	mg/l	4-7,5
Az. Nitrico	mg/l	1,5-3,5
Az. Nitroso	mg/l	<0,5
Cloruri	mg/l	2-7
COD		8-11
Torbidità	NTU	0,6-0,9
Solidi sospesi	mg/l	0,5-1
Solfati	mg/l	8-14



GESTIONE DEL DIGESTATO ZOOTECNICO CON IL CONCENTRATORE PROTOTIPALE DI SSICA:



3. IL BIOCHAR

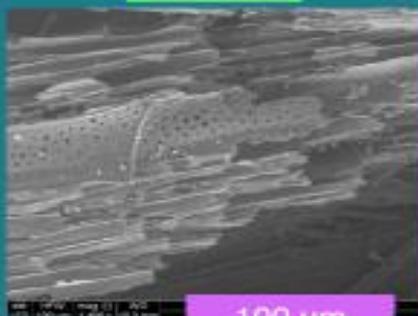
3.1 Definizione di biochar

Con il nome biochar si intende un “carbone” derivato da processi di depolimerizzazione termica di biomasse. Grazie alle sue peculiari proprietà, esso può essere impiegato per proteggere l’ambiente e combattere i cambiamenti climatici.

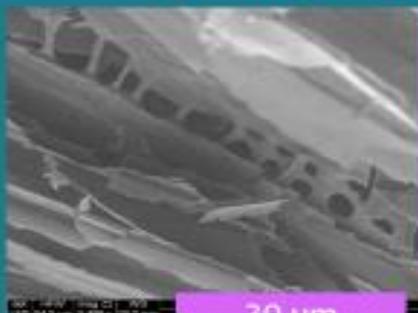
- Il biochar ottenuto dalla pirolisi controllata delle materie di scarto o dei residui agroalimentari trattiene la maggior parte del carbonio in forma stabile, limitandone il rilascio in atmosfera sotto forma di anidride carbonica limitando le emissioni di gas serra e attenuando il fenomeno del riscaldamento globale.
- Il biochar ottenuto riutilizzando materie di scarto produce energia rinnovabile, risparmiando combustibili fossili e facilitando lo smaltimento dei rifiuti.
- Il biochar migliora la struttura del suolo e, grazie al suo pH, limita l’acidificazione dei suoli. Inoltre, in azione combinata con altri fertilizzanti organici o inorganici, migliora la crescita, la salute e la produttività delle piante soprattutto su terreni poveri o marginali.
- Gli spazi e le cavità del biochar, oltre alle sue proprietà fisico-chimiche, lo rendono come una spugna che cattura l’acqua rendendola disponibile nel tempo, ma anche sostanze contaminanti immobilizzandole, o nutrienti e fertilizzanti cedendoli a poco a poco.
- La microstruttura del biochar è un ambiente ideale per la crescita di microrganismi e piccoli invertebrati, che rappresentano componenti essenziali della fertilità del suolo.
- Il biochar riesce anche a trattenere gas di diverso tipo, come ossidi di azoto, anche questi responsabili dell’effetto serra. Viene anche usato come filtro depuratore, in particolari circostanze.

Le caratteristiche morfologiche possono essere molto diverse

VEGETALI

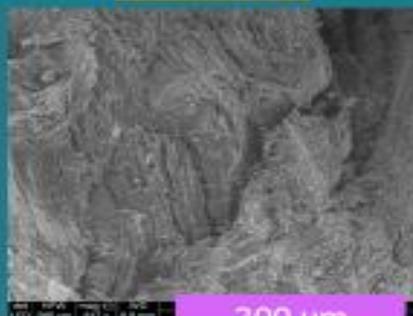


100 µm

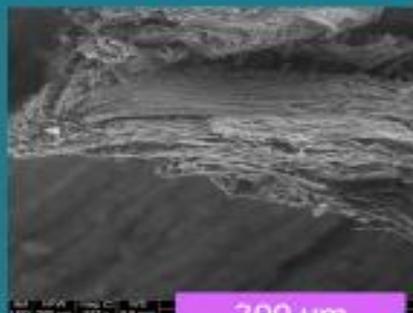


30 µm

DIGESTATO



200 µm



200 µm



Le proprietà chimiche come pH, conducibilità elettrica e densità sono parametri importanti per gli effetti sul suolo, acido o basico.



Parametro	Metodo				
pH	UNI EN 13037	8,11	9,60	11,30	9,80
EC	UNI EN 13038	107,50 mS/m	53,67 mS/m	276,38 mS/m	195,38 mS/m
Bulk density	UNI EN 13035	0,37 g/cm ³	0,26 g/cm ³	0,19 g/cm ³	0,21 g/cm ³

9,84	9,93
208,50 mS/m	762,80 mS/m
0,45 g/cm ³	0,44 g/cm ³



	EBC	Limits	IBI	Limits
pH	Require d	10	Require d	Declarato n
EC	Require d	Declarato n	Require d	Declarato n
Bulk density	Require d	Declarato n	N/A	N/A



La dimensione delle particelle è un parametro importante per gli effetti sulla struttura del suolo. Inoltre, modifica le possibilità di ritenzione idrica e influenza le modalità di distribuzione



Parametro	Metodo				
Particle size	UNI EN 15428	>20= 0% 20>x>10= 0% 10>x>5= 8% 5>x>2= 62% 2>x>0.5= 10% <0.5= 19%	>20= 0% 20>x>10= 4% 10>x>5= 10% 5>x>2= 31% 2>x>0.5= 23% <0.5= 31%	>20= 0% 20>x>10= 1% 10>x>5= 5% 5>x>2= 15% 2>x>0.5= 30% <0.5= 48%	>20= 0% 20>x>10= 2% 10>x>5= 7% 5>x>2= 18% 2>x>0.5= 28% <0.5= 45%

>20= 0%	>20= 0%
20>x>10= 0%	20>x>10= 0%
10>x>5= 0%	10>x>5= 0%
5>x>2= 36%	5>x>2= 4%
2>x>0.5= 11%	2>x>0.5= 10%
<0.5= 49%	<0.5= 86%



La presenza di metalli pesanti o di idrocarburi policiclici aromatici può essere un problema in alcuni biochar. E' importante determinare le concentrazioni e confrontarle con i limiti suggeriti.



Parametro	Metodo				
Metals	UNI EN 15428	Pb: 1,5 mg/kg Cd: 0 mg/kg Cu: 2,9 mg/kg Ni: 2,2 mg/kg Zn: 4,5 mg/kg Cr: 7,30 mg/kg Fe: 340 mg/kg	Pb: 4,4 mg/kg Cd: 0 mg/kg Cu: 9,3 mg/kg Ni: 19,2 mg/kg Zn: 9,7 mg/kg Cr: 8,45 mg/kg Fe: 2200 mg/kg	Pb: 1,1 mg/kg Cd: 2,5 mg/kg Cu: 14,9 mg/kg Ni: 14,5 mg/kg Zn: 35,3 mg/kg Cr: 107,1 mg/kg Fe: 340 mg/kg	Pb: 1,5 mg/kg Cd: 0,9 mg/kg Cu: 20,6 mg/kg Ni: 24,5 mg/kg Zn: 56,5 mg/kg Cr: 85,3 mg/kg Fe: 340 mg/kg



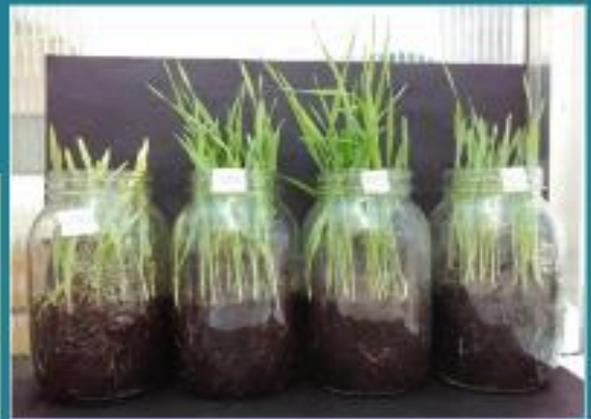
	EN	Limiti	EN	Limiti
Metals	Required	Pb <150 mg/kg Cd <1,5 mg/kg Cu <500 mg/kg Ni < 50 mg/kg Zn < 400 mg/kg Cr < 90 mg/kg	Required	Pb: 30-500 mg/kg Cd: 1-20 mg/kg Cu: 60-1500 mg/kg Ni: 47-600 mg/kg Zn: 200-7000 mg/kg Cr: 64-1200 mg/kg Co: 40-150 mg/kg Se: 2-36 mg/kg As: 13-100 mg/kg



Si valuta l'eventuale effetto fitotossico con test standard su piante modello, orzo, lattuga. Si confronta la crescita delle piante in presenza di diverse concentrazioni di biochar rispetto alle piante non trattate.

Test di fitotossicità *Hordeum vulgare* L. (UNI EN 16086-1:2012)

$$RGI\% = W_t / W_c$$



3.2 Caratteristiche del biochar prodotto dal digestato suino

Nel progetto PROZOO, il biochar prodotto dal PIROGASSIFICATORE prototipale è stato ottenuto dal CONCENTRATO ORGANICO PALABILE/SEMI-PALABILE prodotto dal CONCENTRATORE prototipale di SSICA a partire dal DIGESTATO SUINO.

A causa della bassa palabilità del concentrato organico ottenuto è stato necessario miscelarlo a paglia e cippato per facilitare l'alimentazione del pirogassificatore prototipale.

Il biochar così ottenuto è stato poi analizzato:

Il biochar ottenuto da una miscela di digestato suino, paglia e cippato è caratterizzato da un **pH basico**, che lo rende adeguato all'utilizzo in terreni eccessivamente acidi.

La **conducibilità CE** mostra un ridotto contenuto salino.

La **granulometria** è principalmente compresa fra i **2 e i 5 mm** (circa il 70%). Questo è un dato molto importante da considerare per la distribuzione in campo; essendo infatti un materiale non particolarmente fino la sua distribuzione non sarà difficile da effettuare. Queste caratteristiche sono determinate dal materiale utilizzato per la produzione del biochar.

Analisi	Risultato	Unità di misura
pH	9,36 ± 0,05	
CE	115,05 ± 29,43	mS/m
Densità apparente	0,41 ± 0,01	g/cm ³
Classi granulometriche	> 20mm: 0,0% 20mm>x>10mm: 0,0% 10mm>x>5mm: 4,2% 5mm>x>2mm: 71,0% 2mm>x>0,5mm: 20,3% <0,5mm: 4,5%	%
Sostanza organica	91,64 ± 0,28	%
Ceneri	8,36 ± 0,28	%
Umidità residua	10,12 ± 0,09	%
Sostanza secca	89,88 ± 0,09	%
Contenuto metalli	Cd: 26,84 ± 3,46 Ni: 7,22 ± 0,97 Cu: 13,39 ± 2,06 Pb: 93,19 ± 19,20 Zn: 27,34 ± 0,13 Cr: 0,0 Fe: 10895,64 ± 70,78	mg/kg

Il **contenuto di umidità** pari a circa il **10%** del suo peso e il **contenuto di ceneri** relativamente **basso**. Entrambi questi parametri sono dipendenti dal materiale utilizzato per la produzione del biochar. Il biochar ottenuto dal digestato suino mostra un **contenuto di metalli** molto al di **sotto dei limiti** previsti per l'utilizzo come ammendante (linee guida IBI).

Infine sono stati eseguiti test di fitotossicità su piante modello mediante test standardizzati:

Analisi	Risultato	Unità di misura
Test germinazione	Effetto fitostimolante germinazione: no Fitotossicità (EC50): 0,40 Inibizione totale germinazione: >10	g/piastra
Test di fitotossicità su <i>Hordeum vulgare</i> L.	NON fitotossico Fitostimolante: >0,5%	
Test di fitotossicità su <i>Lactuca sativa</i>	Giudizio del test: P4 Il prodotto non induce effetti avversi sulla crescita delle piante. Il Prodotto si ritiene idoneo all'utilizzo agricolo.	

Il basso contenuto di sali di questo char poteva determinare un effetto fitotossico. Tuttavia, come è evidente dai dati riportati nella tabella e dalle figure successive **non sono stati evidenziati effetti tossici** anche alle alte concentrazioni.

Il **biochar inibisce la germinazione** in maniera consistente anche a basse dosi (0.4 g/piastra) e la inibisce totalmente a dosi molto alte (>10 g/piastra). Di conseguenza, potrebbe essere utilizzato come ammendante solo dopo la fase di germinazione (in post-emergenza) visto l'effetto stimolante per la crescita.

3.3 Valutazione delle quantità di biochar da applicare al suolo

La concentrazione di biochar nella letteratura scientifica è spesso espressa in percentuale peso su peso (w/w) oppure peso su volume (w/v); infatti negli esperimenti in serra e in spazi confinati il biochar viene mescolato con il substrato di crescita in modo uniforme.

Durante l'applicazione in campo, invece, è preferibile utilizzare, come misura quantitativa, le tonnellate per ettaro (ton/ha) e il biochar può essere distribuito sulla superficie del campo o interrato a una profondità massima di 15-20 cm. Un interrimento più profondo, anche fino a 50 cm, può servire a sequestrare carbonio nel suolo, mentre un interrimento più superficiale serve ad apportare benefici alle radici delle piante.

Indicazioni utili con esempio di calcolo:

- 1 ettaro di suolo (10.000m²) alla profondità di 25 cm corrisponde a 3.250 tonnellate di suolo, se si considera una densità di 1,3 t/m³
- Una dose di biochar pari all'1% (w/w) prevede 10 grammi ogni kg di suolo, o 10 kg per ogni tonnellata di suolo
- Una dose di biochar all'1% distribuita su 1 ha di suolo da interrare per 25 cm corrisponde quindi a 32,5 tonnellate di biochar per ettaro
- Il biochar ha densità variabile, arrivando a circa 0,5 g/cm³, pari a 0,5 t/m³;
- Assumendo una densità di 0,5 ton/m³, la quantità di biochar necessaria per ammendare 1 ha di suolo, 32,5 t, corrisponderà a 65 m³ di biochar. Ipotizzando un trasporto in 65 big bag da 1 m³, questi potrebbero richiedere circa tre spedizioni effettuate con furgone, o due spedizioni con autoarticolato e piccola motrice.
- Questa dose di biochar ha un effetto trascurabile sul volume del suolo trattato; sono possibili anche dosi inferiori
- Se il biochar avesse un contenuto di umidità considerevole, ad esempio pari al 15%, il peso del materiale da applicare dovrebbe essere aumentato del 15%
- Occorre considerare che il biochar è recalcitrante e permane nel suolo, pertanto una singola applicazione può bastare per diverse stagioni di crescita; i dati della letteratura scientifica non sono ancora esaurienti al riguardo.
- Si può valutare la somministrazione del quantitativo di biochar richiesto in momenti diversi rispetto alle pratiche agronomiche (vedere "Indicazioni pratiche")
- È indispensabile notare che il contenuto di carbonio del biochar può variare da lotto a lotto, e in base alla matrice. Per uniformità si dovrebbero effettuare calcoli basati sulle tonnellate di "carbonio" per ettaro ma anche nella letteratura scientifica questi non sono molto comuni
- Non è possibile al momento stimare il costo di una somministrazione di biochar su aree estese perché non esiste ancora un mercato del biochar consolidato in Italia e in Europa. Tuttavia, i risultati delle analisi economiche effettuate suggeriscono l'impiego di biochar autoprodotta rispetto all'acquisto sul mercato, nell'ottica dell'economia circolare e del riutilizzo di sottoprodotti dell'azienda.

- La dose consigliata da distribuire è INDICATIVAMENTE di 33 ton/ha



- Adeguare la dose in base alla **densità** ed **umidità** del BIOCHAR specifico che si ha a disposizione
- Considerando una **densità media** di 0,5 ton/m³ serviranno 65 big bag da 1 m³
- Se il BIOCHAR avesse un contenuto di **umidità** considerevole, ad esempio, pari al 15%, il **peso del materiale** da applicare dovrebbe essere **aumentato** del 15%
- Il BIOCHAR NON si DEGRADA facilmente e PERMANE nel suolo, pertanto può bastare UNA SINGOLA APPLICAZIONE per diversi anni

COME

DISTRIBUZIONE MECCANICA a PIENO CAMPO e nelle FASCE TAMPONE



3.4 Indicazioni pratiche sulla distribuzione/manipolazione del biochar

Il biochar può essere costituito da particelle di dimensioni variabili (vedi “Classi granulometriche”), e quindi anche da particelle molto piccole, oppure sbriciolarsi durante la manipolazione. Durante la distribuzione occorre, quindi, prestare attenzione a minimizzare i processi di dispersione al vento. Umidificare il biochar può prevenire questi problemi, ma occorre in questo caso considerare l’aumento di peso e i maggiori costi di trasporto e distribuzione che ne derivano. In generale si può consigliare di:

- Distribuire il biochar quando il vento è al minimo, oppure durante una leggera precipitazione.
- Mescolare il biochar con acqua o con compost, letame, ecc. (vedi “nutrienti e contaminanti”).
- Utilizzare biochar trasformato in pellet (ma vedi avvertenze in “granulometria”).
- Inserire la distribuzione del biochar nelle normali pratiche agronomiche per ridurre i costi, ad es. con attrezzi spanditori di letame/fertilizzanti.
- La distribuzione del biochar dipende dal momento della vita colturale in cui si decide di agire: pre semina, post semina, post emergenza, piante annuali o perenni, ecc.



3.5 Alcune avvertenze generali

- Assicurarsi che l'eventuale fornitore del biochar ne abbia una quantità sufficiente per i propri scopi, in modo da utilizzare biochar proveniente da un unico lotto e con proprietà uniformi.
- Valutare in base al prezzo del biochar il vantaggio economico del suo impiego come ammendante nel lungo periodo.
- Richiedere certificati di analisi, possibilmente in linea con le certificazioni di qualità ICHAR, IBI o EBC (vedi riferimenti) e con la normativa italiana.
- Verificare lo stato della legislazione pertinente in materia di ammendanti agricoli.
- Valutare, se possibile, che le matrici di partenza siano pulite, non contaminate e provenienti da fonti sostenibili (rinnovabili) e che il biochar sia prodotto a ridotta distanza dal luogo di applicazione (entro 80 km). Di particolare rilevanza il contenuto di azoto, di metalli pesanti e di idrocarburi policiclici aromatici in rispondenza a requisiti di legge.
- Conservare e immagazzinare il biochar in modo da non contaminarlo, in "big bag".
- Ricordare che il biochar può infiammarsi o esplodere se mantenuto in spazi ristretti.
- Gli operatori devono essere dotati di abbigliamento protettivo con mascherine contro le polveri e occhiali protettivi.



RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- *International Biochar Initiative*, <https://biochar-international.org>
- *European Biochar Certificate*, <http://www.european-biochar.org>
- *Associazione Italiana Biochar ICHAR*, <http://www.ichar.org>

IL PARTENARIATO PROZOO:

Capofila: Azienda Agraria Sperimentale Stuard - Parma

- Dott. Roberto Reggiani
- Dott. Cristina Piazza
- Dott. Sandro Cornali
- Dott. M. Roberta Vecchi

Responsabile scientifico: SSICA-Stazione Sperimentale per l'Industria delle Conserve Alimentari

- Dott. Davide Imperiale
- Dott. Gloria Assirati
- Dott. Andrea Bozzardi

Università degli Studi di Parma Dip. SCVSA

- Prof. Nelson Marmiroli -
- Prof. Elena Maestri
- Prof. Michele Donati
- Dott. Alessio Malcevschi
- Dott. Micaela Valentina Serianni
- Dott. Maria Chiara Manghi

Centro di Formazione Sperimentazione e Innovazione "Vittorio Tadini" - Piacenza

- Dott. Massimiliano Gobbi
- Dott. Marco Errani

Società Agricola Alfieri Antonio, Bruno, Attilio Società Semplice -Palanzano (PR)

Campo Bò s.s. agricola - Parma



UNIVERSITÀ
DI PARMA

CENTRO DI FORMAZIONE
SPERIMENTAZIONE E INNOVAZIONE
VITTORIO TADINI S.C.A.R.L.