



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

Biosolfato: gesso di defecazione come alternativa ai fanghi di depurazione in agricoltura



dr. Claudio Baffi

Istituto Chimica Agraria e Ambientale Università Cattolica del S.Cuore Piacenza

Convegno : La gestione dei fanghi da depurazione biologica: recupero e valorizzazione agronomica

Ancona 19 settembre 2014

Correttivi & gesso : note legislative

date	Legge	note
11 gennaio 1993	D.M. 11/1/1993 G.U. SG 12 del 16/01/1993	Inserimento del gesso di defecazione nei correttivi calcici e magnesiaci al n. 21 All. Legge 21 ott 1984 n 748
05 maggio 1998	D. M. 5/10/1998 G.U. SG n. 204 del 2/9/1998	Inserimento al n. 22 All. Legge 21 ott 1984 n 748 del carbonato di calcio di defecazione
03 aprile 2006	D.Lgs 03 aprile 2006 n. 152, G.U. n 88 del 14 aprile 2006	Norme in materia ambientale; Titolo IV art. 208, comma 15
29 aprile 2006	D.Lgs 29 aprile 2006, n. 217 G.U. n. 141 del 20 giugno 2006 S.O. n 141 del 20/6/2006	«Revisione della disciplina in materia di fertilizzanti»
29 aprile 2010	D.Lgs 29/4/2010 n. 75 G.U. 26/5/ 2010 n. 121 S.O. n. 106/L	Riordino e revisione della disciplina in materia di fertilizzanti, a norma dell'art. 13 della legge 7 luglio 2009, n. 88. (S.O. n. 106/L pg 62 punto 21).
10 luglio 2013	D. M. 10/7/2013 G.U. 17/9/2013 S.G. n. 218	Aggiornamento allegati del D. Lgs 29 aprile 2010 n. 75 inerente il riordino e revisione della disciplina in materia di fertilizzanti

Il gesso di defecazione

Denominazione del tipo	Gesso di defecazione
<p>Modo di preparazione e componenti essenziali</p> <p>Titolo minimo in elementi e/o sostanze utili. Criteri concernenti la valutazione</p> <p>Altri requisiti richiesti</p> <p>Altre indicazioni concernenti la denominazione del tipo</p> <p>Elementi e/o sostanze utili il cui titolo deve essere dichiarato</p> <p>Caratteristiche diverse da dichiarare Altri requisiti richiesti</p>	<p>Prodotto ottenuto da idrolisi (ed eventuale attacco enzimatico) di materiali biologici mediante calce e successiva precipitazione mediante acido solforico e successiva precipitazione del solfato di calcio</p> <p>CaO : 20% sul secco SO₃ : 15% sul secco</p> <p>E' obbligatorio indicare il materiale biologico idrolizzato (es. tessuti animali)</p> <p>CaO totale; SO₃ totale</p> <p>E' consentito dichiarare il C organico e la sua natura (proteica, lipidica, etc.) nonché l'azoto totale</p>

Il gesso di defecazione: soglie minime degli elementi di legge

	espresso come	soglie minime	U.M.
Ca	CaO	20	% su SS
S	SO ₃	15	% su SS
	espresso come	soglie massime	U.M.
Pb tot	Pb	100	mg/kg SS
Cd tot	Cd	1,5	mg/kg SS
Ni tot	Ni	100	mg/kg SS
Zn tot	Zn	500	mg/kg SS
Cu tot	Cu	230	mg/kg SS
Hg tot	Hg	1,5	mg/kg SS
Cr esavalente	Cr	0,5	mg/kg SS

Azioni del gesso di defecazione sul suolo agrario

Tipo di azione	modalità
Correzione di suoli alcalini a suoli sub-alcalini fino a suoli neutri	<p>Diminuzione dei composti alcalinizzanti tipo carbonati alcalino-terrosi, per solubilizzazione e allontanamento dal suolo con le seguenti reazioni chimiche:</p> $\text{Me}_{(\text{alc})x} \text{CO}_3 + \text{CaSO}_4 \rightleftharpoons \text{Me}_{(\text{alc})x} \text{SO}_4 + \text{CaHCO}_3 \text{ (solubile in H}_2\text{O)}$ $\text{Arg} \text{ --- } 2\text{Na} + \text{CaSO}_4 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Arg --- Ca}$ <p>La correzione provoca un discreto abbassamento del pH (il Na_2SO_4 è sale praticamente neutro) e gli altri composti conferiscono al suolo un pH simile a quello dei terreni calcarei (cioè $\leq 8,5$ ma $> 7,0$)</p>
Utile azione sulla struttura del suolo	<p>Sui colloidi il Na è sostituito dal Ca; perciò il calcio, flocculando come umato di Ca, favorisce la stabilizzazione dei composti organo-minerali; da ciò ne deriva un'utile azione sulla struttura; svolge inoltre azione positiva sulla porosità del suolo riducendo le fratture superficiali e le perdite d'acqua per ruscellamento; azione positiva sulla circolazione d'aria per le radici.</p>
Apporto di elementi (Ca e S) utili al terreno e alle piante	<p>Inoltre lo zolfo agisce positivamente sulla flora batterica</p>
Utili effetti sui suoli acidi	<p>Azione correttiva sul pH in quanto il Ca^{2+} si sostituisce allo ione H^+ diminuendo temporaneamente l'acidità del suolo</p>

Correzione dei terreni alcalini: metodologia

DETERMINAZIONE DEL FABBISOGNO IN GESSO

1° METODO In base alla conoscenza della Capacità di Scambio Cationico (CSC) e della percentuale di sodio scambiabile (ESP= Exchangeable Sodium Percentage), calcolando la dose di gesso o zolfo occorrente per sostituire un numero di equivalenti di sodio tale che l'ESP risulti < 15.

2° METODO Trattando un campione di terreno con un eccesso di soluzione titolata di CaSO_4 e determinando, dopo filtrazione, il calcio rimasto in soluzione. La differenza tra il titolo iniziale e quello finale, rappresenta la quantità di calcio occorrente per sostituire il sodio scambiabile

Questo valore, espresso in t/ha di gesso, viene chiamato «**FABBISOGNO IN GESSO**»

AZIONI

Dopo l'aggiunta dei correttivi è indispensabile provvedere alla somministrazione dell'acqua allo scopo di portarli in soluzione, per far avvenire le reazioni chimiche, e anche per favorire la lisciviazione dei sali che si formano e di quelli eventualmente già presenti nel suolo.

PROBLEMI

La lisciviazione dei terreni alcalini è problema oltremodo difficile per la loro scarsa permeabilità e per la frequente presenza di falde acquifere superficiali che ostacolano l'allontanamento delle acque di drenaggio.

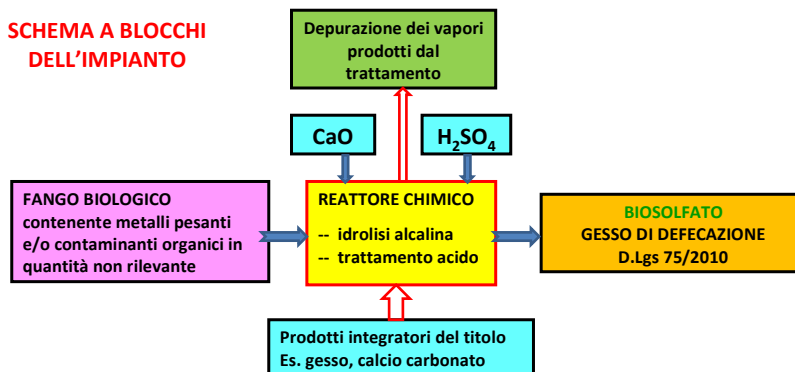
Il bio-solfato



Il **bio-solfato** è un gesso di defecazione, prodotto da Agrosistemi s.r.l. Viene prodotto mediante trattamento di fanghi con idrolisi alcalina, precipitazione con acido solforico, integrazione con additivi ed eventuale estrazione dei metalli o anioni indesiderati tramite processo di elettrocinesi.

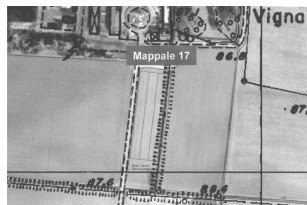
- con **impianti mobili**, su specifiche autorizzazioni della provincia di Piacenza (Art. 28 comma 7 D.Lgs 22/97) e rientra nell'elenco dei correttivi del D.Lgs. 75/2010 relativo ai fertilizzanti.
- con **impianti fissi**, su specifiche autorizzazioni (impianti di Piacenza, Cervia)

SCHEMA A BLOCCHI DELL'IMPIANTO



LE PROVE DI CAMPO

Anno 2006 - MAIS



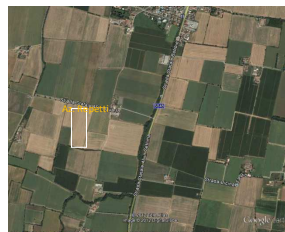
Az. Sperimentale V. Tadini Gariga
Comune di Podenzano (PC)

Anni 2007- 2013 - MAIS



Az. Agr. F.lli Monzardo
Massenzatica Comune di Mesola
(FE)

Anno 2011_12 - FRUMENTO



Azienda Agr. F.lli Repetti
Quarto di Settima (PC)

Anno 2012 - MAIS



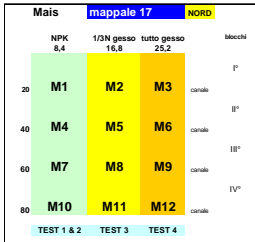
Azienda Agr. Isolone
Senna Lodigiana (LO)

Anno 2006 – MAIS
Az. Sperimentale V. Tadini Gariga Comune di Podenzano (PC)
Prova di tipo agronomico per valutare effetti fertilizzanti del biosolfato;
TERRENO a tessitura franco-sabbiosa e con pH neutro

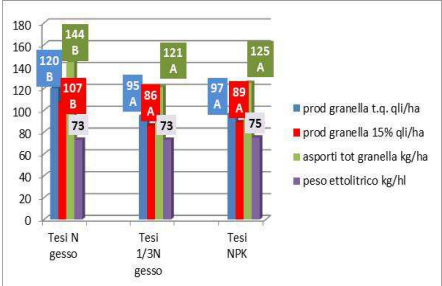
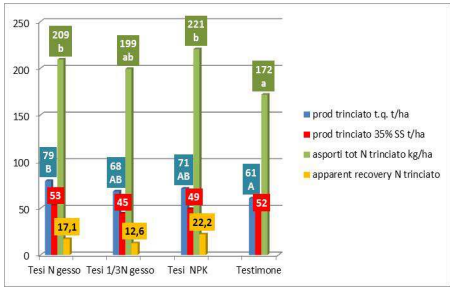
Biosolfato realizzato da fanghi della
 depurazione urbana della città di Verona

Analisi chimiche		biosolfato prova 2006	
UMIDITA'	70,27 %	S tot (SO ₃)	19,6 % SS
SOST SECCA	27,73 %		titolo minimo 15% SS
CENERI	56,61 %	Ca tot (CaO)	35,2 % SS
			titolo minimo 20% SS
METALLI PESANTI			
pH (H ₂ O)	8,73	Cd totale	0,81 mg/kg SS
N tot (Kjeldhal)	2,38 % SS	Cr totale	66,6 mg/kg SS
	0,71 % tq	Cu totale	135,7 mg/kg SS
N-NH ₄ ⁺	0,25 % tq	Ni totale	39,9 mg/kg SS
P tot	1,74 % SS	Pb totale	48,2 mg/kg SS
K tot	0,13 % SS	Zn totale	420 mg/kg SS
		Hg totale	1,33 mg/kg SS
CaCO ₃	40,67 % SS	As totale	6,93 mg/kg SS
C _{org}	13,63 % SS		
Cond elettr	1,75 dS/m tq		
Salinità	21,88 me/100g SS		

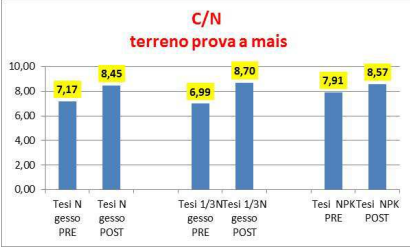
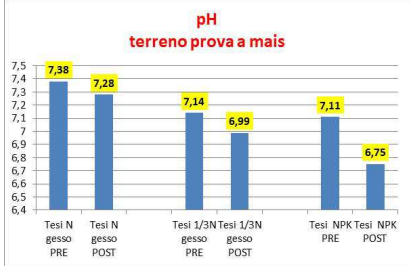
	MAIS		
	azoto	fosforo	potassio
	kg N/ha	kg P2O5/ha	kg K2O/ha
	220	150	200
TESI 1	N da gesso		all'impianto
	P e K da concimi minerali		all'impianto
TESI 2	N/3 da gesso		all'impianto
	P e K da concimi minerali		all'impianto
	2/3N minerale		in copertura
TESI 3	1/3 N minerale		all'impianto
	P e K da concimi minerali		all'impianto
	2/3N minerale		in copertura
test	no azoto		all'impianto
	P e K da concimi minerali		all'impianto



Effetti sulle colture

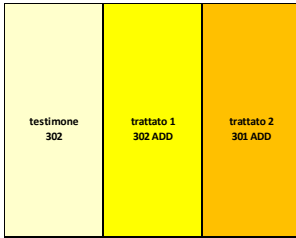


Effetti sul terreno



Anni 2007 - 2013 – MAIS
Azienda Agricola F.lli Monzardo Massenzatica Comune di Mesola (FE)

Prova di tipo agronomico per valutare effetti di sovradosaggio del biosolfato
TERRENI a tessitura sabbioso-franca e franco-sabbiosa e con pH subalcalino



Suolo 302

SAN VITALE (SAV3) sabbiosa fine «decapitata»

Classificazione :
 Typic Ustipsamment mixed, mesic (Soil Taxonomy, 2003)
 Calcaric Arenosol (WRB, 1998)

Substrato: Costituito da sedimenti marini a tessitura grossolana.

Descrizione: suoli molto profondi, a tessitura sabbiosa fine, debolmente o moderatamente alcalini; da non calcarei a scarsamente calcarei nella parte superiore, moderatamente o molto calcarei in quella inferiore. Pendenza 0,1 – 1%.

Uso del suolo: seminativi e colture orticole

Profilo: Ap : 0-38 cm; C1 : 38-80 cm; C2 : 80 -180 cm; C3: 180- 200 cm

Suolo 301

CERBA (CER2) sabbioso franca

Classificazione :
 Aquic Ustipsamment mixed, mesic (Soil Taxonomy, 2003)
 Gleyic Calcaric Arenosol (WRB, 1998)

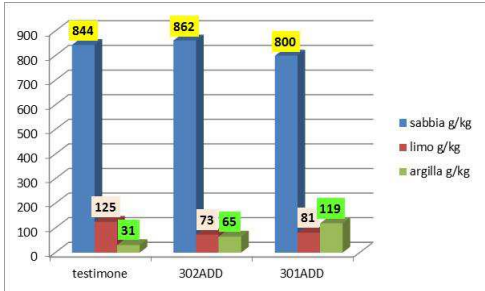
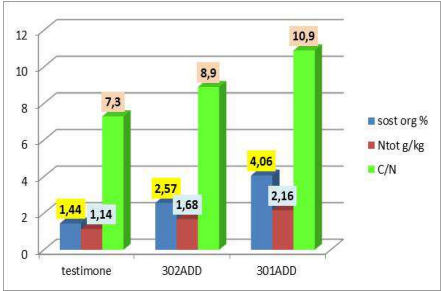
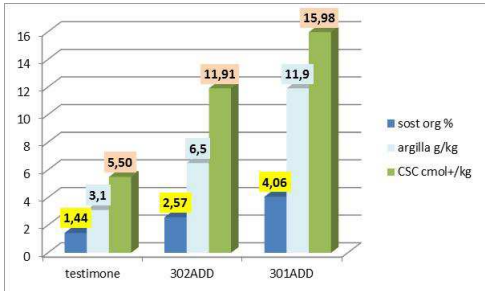
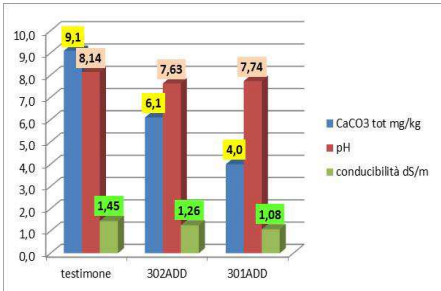
Substrato: costituito da sedimenti marini a tessitura grossolana

Descrizione: suoli molto profondi, da scarsamente a moderatamente calcarei, a tessitura sabbiosa fine franca, da neutri a moderatamente alcalini nella parte superiore da moderatamente a fortemente alcalini in quella inferiore.

Uso del suolo: seminativo semplice alternato a colture arboree a pieno campo.

Profilo: Ap : 0-38 cm; C1 : 38-80 cm ; C2 : 80 -180 cm; C3: 180- 200 cm

Monocoltura di mais
Dosi di biosolfato utilizzate: 60 t /ha/anno (equiv. a circa 200kgN/ha/anno)



Biosolfato utilizzato nelle prove 2011-2012
a partire da fanghi di depurazione dell'industria di trasformazione pomodoro

RICETTA Agrosistemi fango SOLANA 07 ottobre 2011									
INPUTARE SOLTANTO LE CELLE IN ROSSO				CALCE VIVA		QUANTITA' LORDA			
DATI ANALITICI & STECHIOMETRICI				COSTO €/ton		UMIDITA' A 105° SUL t.q.		SOSTANZA SECCA SUL t.q.	
UMIDITA' A 105° SUL t.q.	(%) p/p		35%			(ton)		(%) p/p	0%
QUANTITA' TAL QUALE IN ENTRATA	(ton)		10,0			(ton)		(%) p/p	100%
SOSTANZA SECCA SUL t.q.	(%) p/p		45%					(%) s/s	32%
SOSTANZA SECCA IN ENTRATA	(ton)		4,5					(ton)	0,09
	(%) s/s								0,00
QUANTITA' DI CALCIO			0,197	4,4%					50%
CALCIO COME CaO									50%
QUANTITA' DI ZOLFO			0,014	0,3%					60%
ZOLFO COME SO3									90%
AZOTO COME N Organico			0,050	1,10%					45%
CARBONIO COME C Organico			0,4	0,0%					0,53
METALLI PESANTI									
	INPUT (ppm)	MAX (ppm)	MASSA MINIMA (ton)						
PIOMBO	96	100	0,52						
CADMIO	1	1,5	1,33						
NICHEL	70	100	1,40						
ZINCO	79	500	0,32						
RAME	118	230	1,03						
MERCURIO	1	1,5	1,33						
CROMO ESAVALENTE	0	0,5	0,00						
SOSTANZA ORGANICA	INPUT (%) s/s	MIN (%) s/s	MASSA MASSIMA (ton)						
	0,0%	10%	0,00						
CARBONIO ORGANICO									
AZOTO	0,00%	1%	0,00						
MASSA SECCA	MIN (ton)	1,4	INTEGR. IMPOSSIBILE						
	MAX (ton)	0,0							
FERTILIZZANTE IN OUTPUT									
TRASPORTO E SPANDIMENTO (€/ton) 1,766									
QUANTITA' IN USCITA	(ton)	14,84	QUANTITA' DI CALCIO	(ton)	1,766	LIMITI DI LEGGE			
UMIDITA' SUL t.q.	(%) p/p	40,5%	CALCIO COME CaO	(%) p/p		20,0%	20%		
SOSTANZA SECCA	(ton)	6,63	QUANTITA' DI ZOLFO	(ton)	1,348				
			ZOLFO COME SO3	(%) p/p		15,3%	15,0%		
			AZOTO COME N Org.	(%) p/p		0,6%	1,0%		
			CARBONIO COME C Org.	(%) p/p		5%	10%		
entrati		10	t						
usciti		14,84	t						
eccedenza		4,84	t						

Analisi chimiche		biosolfato prove 2011/12	
UMIDITA'	41,03 %	S tot (SO ₂)	15,57 % SS
SOST SECCA	58,97 %		titolo minimo 15% SS
CENERI	89,95 %	Ca tot (CaO)	24,66 % SS
			titolo minimo 20% SS
pH (H ₂ O)	12,53	METALLI PESANTI	
N tot (Kjeldhal)	1,50 % SS	Cd totale	0,19 mg/kg SS
N-NH ₄ ⁺	0,885 % tq	Cr totale	66,6 mg/kg SS
P tot	0,095 % SS	Cu totale	68,90 mg/kg SS
K tot	0,12 % SS	Ni totale	34,40 mg/kg SS
		Pb totale	< 20 mg/kg SS
		Zn totale	53 g/kg SS
C _{org}	5,03 % SS	Hg totale	0,13 mg/kg SS
		Cr esavalente	< 1,00 mg/kg SS

Anno 2012 –MAIS
Azienda Agricola Isolone Senna Lodigiana (LO)

pH alcalino (8,0)
 Tessitura franco-sabbiosa (bassa quota argilla 8,77%)
 CSC bassa (10,82 cmol(+)/kg)
 Valori normali di Ntot (0,98 g/kg) un valore di Ctot di 17,95 g/kg di cui però solo 9,23 g/kg di TOC ; la restante quota di carbonio è dovuta ai carbonati

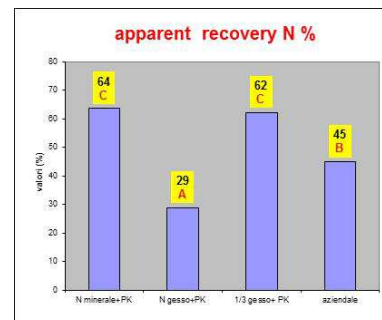
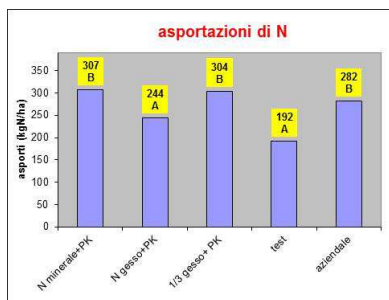
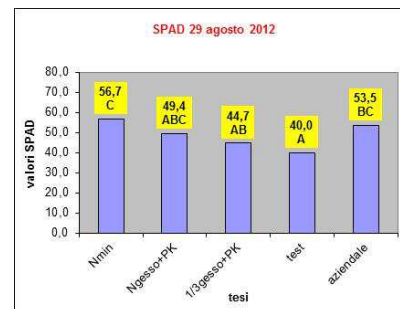
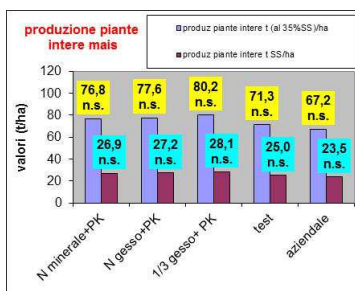


N	P2O5	K2O
kg/ha	kg/ha	kg/ha
180	100	120

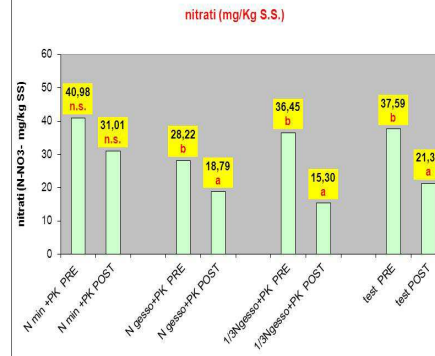
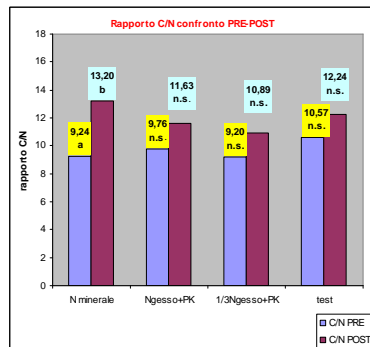
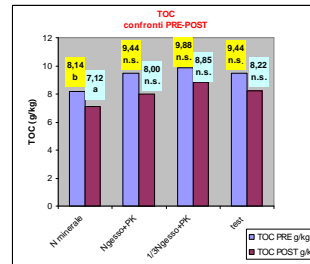
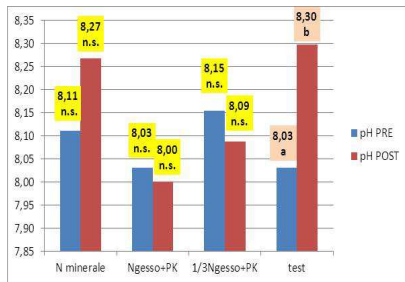
tesi	N	P2O5	K2O
di	kg/ha	kg/ha	kg/ha
concimazione	180	100	120
N minerale+PK	urea	perfosfato	solfato K
	+ urea		
N gesso+PK	gesso	perfosfato	solfato K
1/3 gesso+ PK	gesso	perfosfato	solfato K
	+ urea		
test	NO	perfosfato	solfato K
aziendale	3-4-5 (3%N)	perfosfato	solfato K
	+ urea		
+ urea	Indica distribuzione di copertura		

1/3N gesso + PK			
N gesso + PK			testimone
NPK minerale			

Effetti sulle colture



Effetti sul suolo

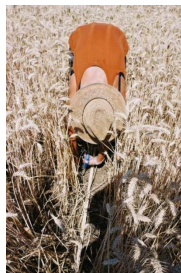


Anno 2011/12 FRUMENTO

Azienda Agricola F.lli Repetti Quarto di Settima (PC)

pH neutro (7,14)
Tessitura franco-argilloso
CSC alta (27,07 cmol(+)/kg)
Valori elevati di Ntot (1,57 g/kg) e di Corg tot (TOC) (13,04 g/kg)
con valore di C/N = 8,31 (basso; deficit C).

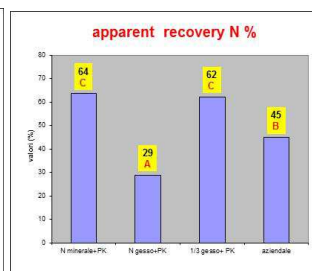
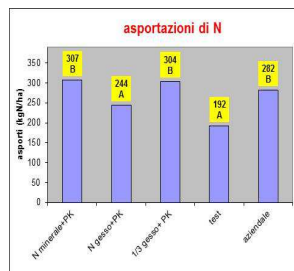
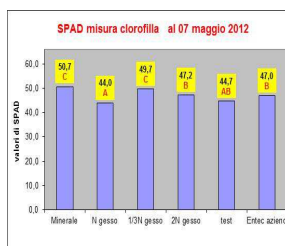
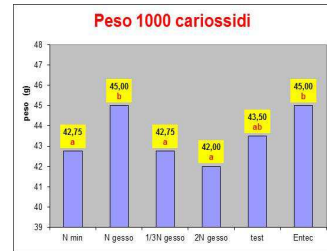
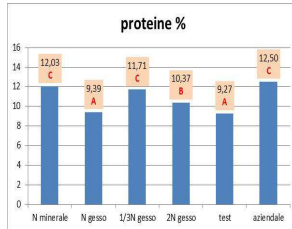
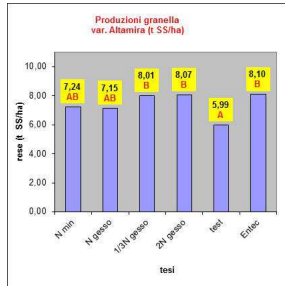
N	P2O5	K2O
kg/ha	kg/ha	kg/ha
180	100	120



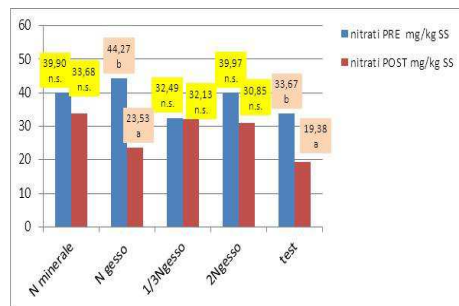
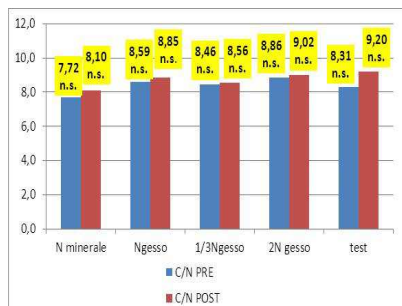
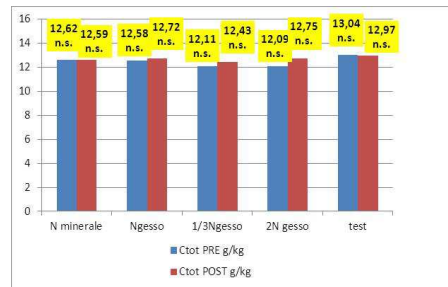
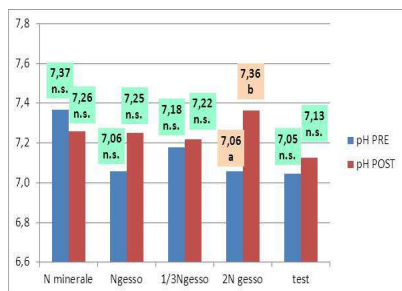
tesi di concimazione	N kg/ha	P2O5 kg/ha	K2O kg/ha
concimazione	180	0	0
N minerale	urea		
	+ urea		
N gesso	gesso		
	+ urea		
1/3N gesso	gesso		
	+ urea		
2N gesso	gesso		
test	NO		
aziendale	Entec		
	urea		
+ urea	indica distribuzione di copertura		

T E S T	2N gesso
	1/3N gesso
	N gesso
	N minerale

Effetti sulle colture



Effetti sul suolo



Conclusioni

A seguito delle risultanze delle prove di campo con uso di **biosolfato** si possono fare le seguenti considerazioni:

Prove di medio termine (7 anni): condotte su **terreno alcalino**, povero di sostanza organica e azoto, con basso C/N, bassa CSC e povero di struttura, l'applicazione ripetuta di biosolfato alla dose di 60 t biosolfato/ha/anno (equivalente a circa 200 kgN/ha/anno)

- **ottima azione correttiva:** pH da **8,14** ↓ **7,63; 7,64**
- **buona azione sul reintegro S.O.** S.O. da **1,44%** ↑ **2,57 ; 4,06**
- **normalizzazione rapporto C/N** C/N da **7,3** ↑ **8,9 ; 10,9**
- **buone azioni sulla struttura** CSC da **5,50** cmol(+)/kg ↑ **11,91 ; 15,98**
- **miglioramento rese produttive** granella da **60-70qli/ha** ↑ **130 qli/ha**

Prove di breve termine (1 anno): condotte su **terreno alcalino**, povero di sostanza organica e azoto, con basso C/N, bassa CSC e povero di struttura, l'applicazione ripetuta di biosolfato equivalente a circa 180 kgN/ha/anno)

- **buona azione correttiva:** pH da **8,15** ↓ **8,09**
- **contenuto rapporto C/N** C/N da **9,24→13,20** ↓ **9,20 →10,89**
- **azione positiva ambientale nitrati**
36,45 → 15,3 mg N-NO₃⁻ (1/3N gesso)
- 28,22 → 18,8 mg N-NO₃⁻ (N gesso) contro 41 → 31,1 mg N-NO₃⁻ (NPKminerale)**
- **buone rese produttive** granella da **54 qli/ha aziendale** ↑ **61 -64 qli/ha**

Prove di breve termine (1 anno): condotte su **terreno neutro**, povero di sostanza organica e azoto, con basso C/N, bassa CSC e povero di struttura, l'applicazione ripetuta di biosolfato equivalente a circa 180 kgN/ha/anno:

- **azione correttiva** (contrasta naturale acidificazione del suolo)
pH da **7,11 → 6,75** (tesi NPK minerale) ↑ **7,38 → 7,28 (tesi N gesso)**

- **miglioramento rapporto C/N**
C/N da **7,91 →8,57** (tesi NPK minerale) ↑ **7,17 → 8,45 (tesi N gesso)**
↑ **6,99 → 8,70 (tesi 1/3N gesso)**
- **buona efficienza utilizzo N** **17,1% (N da gesso) contro 22% (N da urea)**
- **buone rese produttive**

granella **144qli/ha (tesi N gesso)** contro **125 qli/ha (aziendale)**
Prove di breve termine (1 anno): condotte su **terreno neutro**, ricco di sostanza organica e azoto, con basso C/N, alta CSC e buona struttura, l'applicazione ripetuta di biosolfato equivalente a circa 200 kgN/ha/anno:

- **azione correttiva** (contrasta la tendenza all'acidificazione del suolo)
pH da **7,37 → 7,26** (tesi NPK minerale) ↑ **7,06 → 7,36 (tesi 2N gesso)**

- **miglioramento rapporto C/N**
C/N da **7,72 →8,10** (tesi NPK minerale) ↑ **8,86 → 9,02 (tesi 2N gesso)**
- **buona efficienza utilizzo N** **60% (N da gesso) contro 57% (N da urea)**
- **buone rese produttive**
granella **8,07tSS/ha (tesi N gesso)** contro **8,10tSS/ha (aziendale)**

- **azione positiva ambientale nitrati**
44 → 22,5 mg N-NO₃⁻ (tesi N gesso) vs 20,0 → 22,7 mg N-NO₃⁻ (NPKminerale)

Ringraziamenti

Prof. S. Silva, Università Cattolica S.Cuore (PC)

Dr. A. Nassisi, chimico, dirigente ARPA (PC)

Dott.ssa C. Cassinari assegnista Univ Catt PC

Sign. D. Tassi tecnico Azienda Tadini (PC)

Azienda Sperimentale V. Tadini Gariga (PC)

Azienda Agricola F.lli Monzardo Massenzatica (FE)

Azienda Agricola F.lli Repetti Quarto (PC)

Azienda Agricola Isolone Senna Lodigiana (LO)



Grazie per l'attenzione!