Relazione

finale

della ricerca:

Valutazione agronomica del biosolfato

da fanghi depurazione acque

impianto trasformazione pomodoro

ditta SOLANA s.n.c.

Prove agronomiche

su frumento e mais

annata agraria 2011-2012

Committente della ricerca :
ditta SOLANA S.p.A.
Direttore:
dott. A. Casana

Responsabile della ricerca:
dott. C. Baffi
ricercatore
Istituto di Chimica Agraria e Ambientale
Università Cattolica del Sacro Cuore
Sede di Piacenza

Indice

INTRODUZIONE	pg	3
SCOPO DELLA RICERCA	pg	6
MATERIALI DELLE PROVE	pg	7
PROVA SU FRUMENTO	pg	10
Piano sperimentale	pg	12
Andamento agrometeorologico	pg	13
Analisi statistica	pg	14
Operazioni colturali	pg	15
DATI PRODUTTIVI	pg	19
Produzione granella	pg	19
Produzione paglia e harvest index	pg	19
Peso ettolitrico	pg	20
Numero spighe a metro lineare	pg	20
Peso 1000 cariossidi	pg	21
Concentrazione azoto in granella e paglia	pg	21
Proteine	pg	22
Asportazioni di azoto	pg	23
Asporti netti e recupero apparente di N	pg	23
Valutazione della presenza di amminoacidi solforati (SAA):	pg	24
DATI RELATIVI AL TERRENO: confronto PRE/POST	pg	25
pH	pg	25
Carbonio totale, azoto totale e C/N:	pg	25
L'andamento del C nel PRE/POST	pg	26
L'andamento dell' N nel PRE/POST	pg	26
L'andamento del rapporto C/N nel PRE/POST	pg	27
L'andamento dei nitrati nel PRE/POST	pg	27
CONCLUSIONI PROVA A FRUMENTO	pg	28
PROVA SU MAIS	pg	29
Il terreno della prova	pg	30
Andamento agrometeorologico	pg	31
Operazioni colturali	pg	33
Concimazione	pg	33
DATI PRODUTTIVI	pg	37
Rese produttive	pg	37
Contenuti e asportazioni di azoto	pg	38
Asportazioni nette e recupero apparente per l'N	pg	39
DATI RELATIVI AL TERRENO: confronto PRE/POST	pg	40
pH	pg	40
Carbonio totale e TOC	pg	41
Azoto e rapporto C/N	pg	42
L'andamento dei nitrati nel PRE/POST	pg	42
CONCLUSIONI PROVA A MAIS	pg	43
CONCLUSIONI GENERALI	pg	45
Ringraziamenti	pg	46

INTRODUZIONE

L'agricoltura oggigiorno trae vantaggio, tra le fonti di sostanza organica, dell'apporto dei fanghi di depurazione che, soprattutto se esenti da metalli pesanti, svolgono proficua azione ammendante sui suoli agrari. L'attuale legislazione (D. Lgs. 99/92) considera tali materiali come rifiuti (con uno specifico codice CER) e molti sono i vincoli normativi da rispettare sui parametri chimici dei fanghi e dei terreni e sulle autorizzazioni al trasporto e allo stoccaggio. Si può pensare di migliorare la situazione, nobilitando tali materiali e alleggerendo i produttori ed i fruitori da un punto di vista normativo e di autorizzazioni.

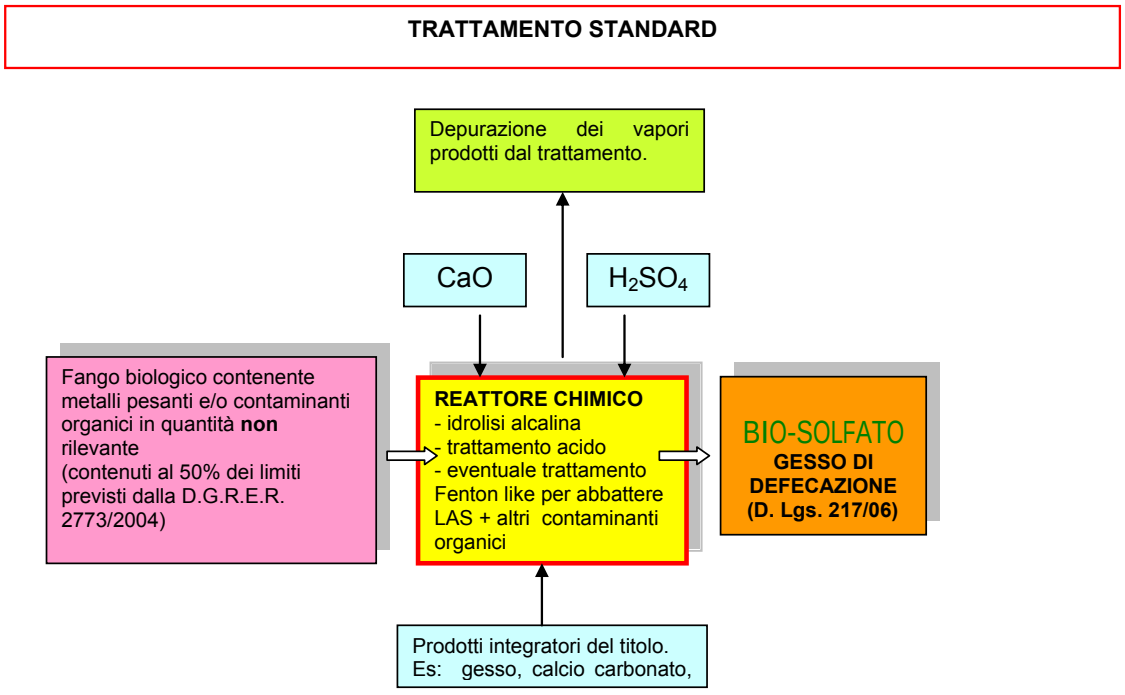
Il gesso di defecazione, prodotto ottenuto dall'idrolisi (ed eventuale attacco enzimatico) di materiali biologici mediante calce e successiva precipitazione mediante acido solforico, viene inserito per la prima volta in Legge (L 748/84) con D.M. 11/1/1993 (GURI 16/1/1993); i requisiti minimi riguardano Ca, S, Corg , Ntot e metalli pesanti (l'attuale legislazione D.Lgs 29 aprile 2006 n° 217 ha cancellato le soglie per Corg ed Ntot). Di seguito gli attuali limiti previsti dalla Legge.

	espresso come	soglie minime	U.M.
Ca	CaO	20	% su SS
S	SO3	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

Tra i materiali-base per produrre il gesso si annoverano materiali organici e biologici a basso tenore in metalli pesanti, quali fanghi biologici della depurazione urbana, fanghi agroindutriali, etc. Sono da evitare quei materiali ad elevato valore di metalli (fanghi da lavorazione industriale) per i quali occorre predisporre un trattamento di rimozione metalli, che però grava sui costi finali e allunga i tempi di preparazione del gesso. Diverse sono le azioni del gesso di defecazione sul suolo agrario: 1) apporta Corg e N, esplicando positivi effetti sulla struttura del suolo; svolge un' azione positiva contro la compattazione del suolo; infatti il Ca, flocculando come umato di Ca, favorisce la stabilizzazione dei composti organo-minerali; da ciò ne deriva un'utile azione sulla struttura del

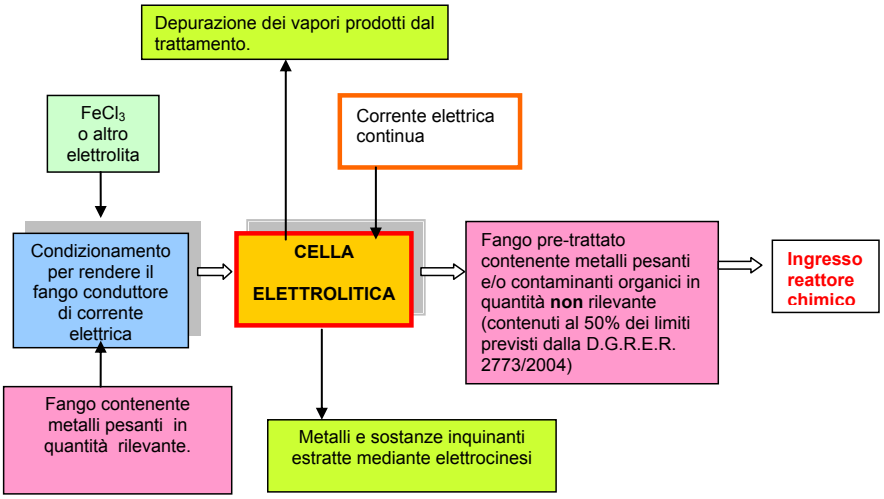
suolo; svolge azione positiva sulla porosità del suolo riducendo le fratture superficiali e le perdite d'acqua per ruscellamento; azione positiva sulla circolazione dell'aria per le radici; 2) apporta elementi utili (Ca e S) al terreno e alle piante; 3) nei suoli alcalini abbassa il pH poiché solubilizza i carbonati; nei suoli acidi corregge il pH sostituendo ioni Ca^{2+} a ioni H^{+}; nei suoli salini contiene gli effetti dovuti alla salinità dilavando il Na^{+} con un meccanismo di scambio ionico; 4) lo zolfo agisce positivamente sulla flora batterica; 5) consente un consistente risparmio di concimi di sintesi; 6) non ha manifestato effetti negativi sull'ambiente (nitrati, metalli pesanti, odori molesti) né effetti tossicologici e patologici (sviluppo di funghi, insetti etc.).

Il bio-solfato è un gesso di defecazione, prodotto da Agrosistemi s.r.l. 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. 217/2006 relativo ai fertilizzanti. 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.. Di seguito vie presentato uno schema a blocchi di trattamento standard:

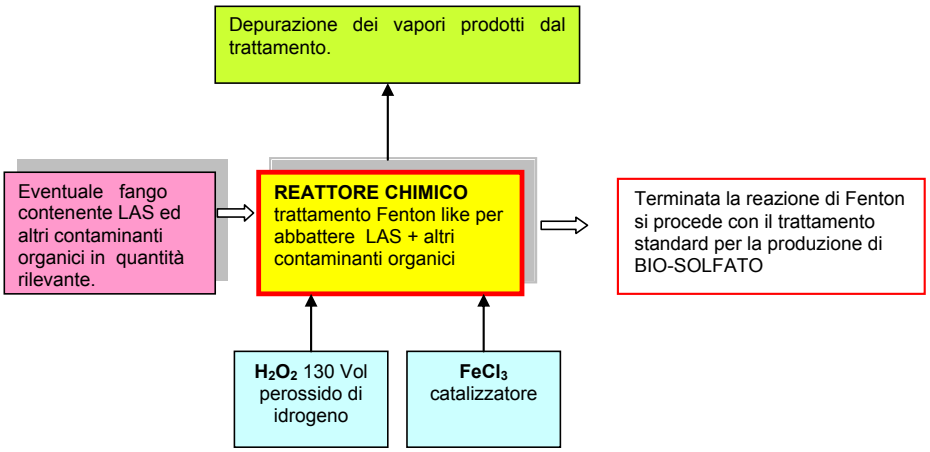


Altri trattamenti previsti (evidenziati di seguito) potrebbero consistere nell'estrazione dei metalli pesanti e nell'abbattimento dei LAS o altri composti organici:

EVENTUALE PRE-TRATTAMENTO PER L'ESTRAZIONE DI METALLI PESANTI



EVENTUALE PRE-TRATTAMENTO PER L'ABBATTIMENTO DI LAS ED ALTRI INQUINANTI ORGANICI



Essendo un gesso di defecazione il BIOSOLFATO ne possiede tutte le proprietà ed esplica le medesime azioni positive sul terreno agrario. Il biosolfato è ideale per la somministrazione in pre-aratura a scopo correttivo (pH) e ammendante (apportatore di sostanza organica che contribuisce al miglioramento della struttura del suolo, in particolare nei terreni di quelle aziende che non praticano più la zootecnia). Agrosistemi ha messo a punto una "ricetta" dove, in funzione dei parametri del fango in ingresso (contenuto di Ca, S, metalli) si riescono a dosare quegli ingredienti (CaO, H_2SO_4, $CaCO_3$, zolfo) in modo opportuno ai fini di ottenere un prodotto finale con le caratteristiche del gesso di defecazione secondo quanto stabilito dal D.Lgs 217/2006.

Scopo della ricerca

La ricerca si prefiggeva di valutare l'efficacia agronomica sia come fertilizzante che come ammendante del biosolfato da fanghi depurazione acque trattamento impianto trasformazione pomodoro su due terreni, uno franco-argilloso di media-buona fertilità ospitante frumento (precessione pomodoro) sito in pianura piacentina (Quarto di Gossolengo; azienda Repetti) ed uno franco-sabbioso, povero di sostanza organica e azoto, sito a Senna Lodigiana (LO), azienda Isolone ospitante la coltura di mais (precessione pomodoro).

In particolare verranno presi in considerazione i seguenti aspetti:

- valutazione delle rese produttive, contenuti di elementi macronutritivi, (N, P, K) nelle due colture cresciute su suolo trattato con dosi diverse di biosolfato a diversi livelli di N somministrato, per confronto con una tesi minerale ad azoto tradizionale ed un test non fertilizzato per l'azoto.
- valutazione degli asporti di nutritivi e stima dell'efficienza di utilizzo dell'N da biosolfato;
- determinazione di alcuni parametri (pH, Ntot, Corg, contenuto di nitrati) nel suolo prima e dopo l'impiego dei gessi.
- Valutazione di alcuni aspetti relativi all'incidenza su malattie da funghi e/o insetti dovute all'uso dei gessi.

Le prove di campo sono state effettuate presso l'Azienda Repetti (Quarto di Gossolengo) per la coltura di frumento e presso l'azienda Isolone (Senna Lodigiana LO) per la coltura di mais; i fanghi sono stati forniti dal Committente e trasformati in biosolfato (di seguito denominato gesso) dalla ditta Agrosistemi. Le prove di campo, le analisi chimiche sul gesso e quelle sui prodotti vegetali ed i terreni, l'intepretazione dei dati di campo sono state effettuate dall'Istituto di Chimica Agraria e Ambientale, Università Cattolica del Sacro Cuore nelle persone del dr. Baffi Claudio (responsabile della ricerca) e dott.ssa Cassinari Chiara (assistente di campo e di laboratorio).

I MATERIALI DELLE PROVE

Il fango impiegato per realizzare il biosolfato è quello prodotto come rifiuto della lavorazione del pomodoro (fango 2° vasca trattamento chimico/fisico) una cui analisi standard è mostrata a fianco. Bassi risultano i valori di Carbonio totale a causa di elevata presenza di inerti che fanno scattare la deroga di uso agricolo perché tale materiale (che è un rifiuto) non raggiunge i limiti minimi per l'impiego in agricoltura. Viene riportata l'analisi completa di un fango standard prodotto dalla ditta:

campagna	analisi	SOLANA	valore limite
	UCSC	fango standard	
determinazione	U.M.	03/09/10	
pH (soluzione acquosa al 10	unità pH	7,02	
residuo secco a 105°C	% p/p	48,63	
residuo secco a 600°C	% su SS	82,13	
perdita alla calcinazione	% ss	17,87	
umidità a 105%	%	51,37	
azoto totale	%N s.s.	1,22	valor minimo 1,5
azoto totale	%N su t.q.	0,59	
N ammoniacale	% su ss	0,09	
N nitrico	% su ss	0,04	
fosforo totale come P	%P s.s.	0,22	valor minimo 0,4
potassio totale come K	%K s.s.	0,78	
Calcio totale	%Ca s.s.		
	%CaO s.s.	9,00	
Carbonio organico totale	%C s.s.	8,94	valor minimo 20
grado di umificazione DH	% s.s.	38,12	valor minimo 60
salinità	meq/100g	10,28	valor minimo 50
indice SAR (se salinità > 50)			valor max 20
grassi e oli animali e vegetal	mg/kg s.s.		
Oli minerali	mg/kg s.s.		
Cadmio totale	mg/kg Cd s.s.	< 0,5	valor max 20
Rame totale	mg/kg Cu s.s.	118,25	valor max 1000
Nichel totale	mg/kg Ni s.s.	70,35	valor max 300
Piombo totale	mg/kg Pb s.s.	26,00	valor max 750
Zinco totale	mg/kg Zn s.s.	79,00	valor max 2500
Cromo esavalente	mg/kg Cr s.s.		valor max 1000
Cromo totale	mg/kg Cr s.s.	84,05	valor max 1000
Mercurio totale	mg/kg Hg s.s.	0,05	valor max 10
Arsenico totale	mg/kg As s.s.	5,40	valor max 10
Parametri microbiologici			
Salmonelle	MPN/g s.s.	assenti	valor max 1000 MPN

Nello specifico si è utilizzato un fango prodotto ad hoc il 06 Ottobre 2011 e le cui caratteristiche sono evidenziate di seguito:

campagna	analisi	SOLANA	valore limite
2011	UCSC	fango standard	
determinazione	U.M.	06/10/11	
pH (soluzione acquosa al 10	unità pH		
residuo secco a 105°C	% p/p	44,96	
residuo secco a 600°C	% su SS		
perdita alla calcinazione	% ss		
umidità a 105%	%		
azoto totale	%N s.s.		valor minimo 1,5
azoto totale	%N su t.q.		
N ammoniacale	% su ss		
N nitrico	% su ss		
fosforo totale come P	%P s.s.		valor minimo 0,4
potassio totale come K	%K s.s.		
Calcio totale	%Ca s.s.	3,37	
	%CaO s.s.	4,72	

Di seguito si mostra sinteticamente la "ricetta Agrosistemi" che, in funzione del contenuto iniziale di alcuni parametri del fango (N, C, Ca, S) dosa gli ingredienti (H_2SO_4, calce viva, gesso agricolo) in modo da ottenere un prodotto finale che abbia le caratteristiche chimiche che lo facciano rientrare nei fertilizzanti come correttivo calcico secondo quanto stabilito dal D.Lgs 217/2006.

RICETTA Agrosistemi fango SOLANA 07 ottobre 2011

INPUTARE SOLTANTO LE CELLE IN ROSSO

DATI ANALITICI & STECHIOMETRICI

UMIDITA' A 105° SUL t.q.	*(%) p/p*	55%	
QUANTITA' TAL QUALE IN ENTRATA	(ton)	10,0	
SOSTANZA SECCA SUL t.q.	*(%) p/p*	45%	
SOSTANZA SECCA IN ENTRATA	(ton)	4,5	
	(ton)	*(%) s/s*	
QUANTITA' DI CALCIO	0,197	4,4%	
CALCIO COME CaO			
QUANTITA' DI ZOLFO	0,014	0,3%	
ZOLFO COME SO3			
AZOTO COME N Organico	0,050	1,10%	
CARBONIO COME C Organico	0,4	9,0%	

METALLI PESANTI	INPUT (ppm)	MAX (ppm)	MASSA MINIMA (ton)
PIOMBO	26	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)
CARBONIO ORGANICO	0,0%	10%	0,00
AZOTO	0,00%	1%	0,00
MASSA SECCA	MIN (ton)	1,4	INTEGR. IMPOSSIBILE
	MAX (ton)	0,0	

CALCE VIVA	QUANTITA' LORDA	(ton)	0,10		
COSTO	UMIDITA' A 105° SUL t.q.	*(%) p/p*	0%		
€/ton	SOSTANZA SECCA SUL t.q.	*(%) p/p*	100%		
	QUANTITA' CALCIO COME CaO	*(%) s/s*	92%		
		(ton)	0,09		
CALCE SPENTA	QUANTITA' LORDA	(ton)	0,00		
COSTO	UMIDITA' A 105° SUL t.q.	*(%) p/p*	50%		
€/ton	SOSTANZA SECCA SUL t.q.	*(%) p/p*	50%		
	QUANTITA' CALCIO COME CaO	*(%) s/s*	60%		
		(ton)	0,00		
CALCARE	QUANTITA' LORDA	(ton)	1,30		
COSTO	UMIDITA' A 105° SUL t.q.	*(%) p/p*	10%		
€/ton	SOSTANZA SECCA SUL t.q.	*(%) p/p*	90%		
	QUANTITA' CALCIO COME CaO	*(%) s/s*	45%		
		(ton)	0,53		
ZOLFO	QUANTITA' LORDA SOLIDA	(ton)	0,00		
COSTO	UMIDITA' A 105° SUL t.q.	*(%) p/p*	0%		
€/ton	SOSTANZA SECCA SUL t.q.	*(%) p/p*	100%		
	CORRETTIVO SULLA s.s.	*(%) s/s*	100%		
	QUANTITA' ZOLFO COME SO3	(ton)	0,00		
ACIDO SOLFORICO	ACIDO SOLFORICO VOLUMETRICO	(LITRI)	100		
	TITOLO DELL'ACIDO	(%)	50%		
COSTO	ACIDO SOLFORICO IMMESSO	(ton)	0,09		
€/litro	QUANTITA' SOLFO COME SO3	*(%) p/p*	0,633		
		(ton)	0,057		
GESSO AGRICOLO	QUANTITA' LORDA	(ton)	3,3		
	UMIDITA' A 105° SUL t.q.	*(%) p/p*	10%		
COSTO	SOSTANZA SECCA SUL t.q.	*(%) p/p*	90%		
€/ton	QUANTITA' CALCIO COME CaO	*% ss*	32%		
		(ton)	0,95		
	QUANTITA' SOLFO COME SO3	*% ss*	43%		
		(ton)	1,3		

FERTILIZZANTE IN OUTPUT

TRASPORTO E SPANDIMENTO	(€/ton)						LIMITI DI LEGGE
			QUANTITA' DI CALCIO	(ton)	1,766		
QUANTITA' IN USCITA	(ton)	14,84	CALCIO COME CaO	*(%) p/p*		20,0%	20%
UMIDITA' SUL t.q.	*(%) p/p*	40,5%	QUANTITA' DI ZOLFO	(ton)	1,348		
SOSTANZA SECCA	(ton)	8,83	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

	Euro/t	t	costo
gesso agricolo	40	3,3	132
CaCO3	15	1,3	19,5
acido solforico		0,14	17,5
calce viva		0,1	8,8
	totale	4,84	177,8
			Costo alla t (Euro)
			17,78

Il fango così trattato perde i connotati di rifiuto e assume quelli di un fertilizzante (correttivo calcico detto gesso di defecazione) prodotto ottenuto dall'idrolisi (ed eventuale attacco enzimatico) di materiali biologici mediante calce e successiva precipitazione mediante acido solforico, viene inserito per la prima volta in Legge (L 748/84) con D.M. 11/1/1993 (GURI 16/1/1993); i requisiti minimi riguardano Ca, S, Corg , Ntot e metalli pesanti (l'attuale legislazione D.Lgs 29 aprile 2006 n° 217 ha cancellato le soglie per Corg ed Ntot). Di seguito gli attuali limiti previsti dalla Legge.

Di seguito sono presentate le analisi del gesso impiegato nelle prove

campagna	analisi	biosolfato		valore limite
		SOLANA		
		06/10/2011		
2011		analisi CR	analisi Agrosistemi	
determinazione	U.M.			
pH (soluzione acquosa al 10%)	unità pH	12,53		
residuo secco a 105°C	% p/p	58,97	58,46	
residuo secco a 600°C	% su SS	89,95		
perdita alla calcinazione	% ss	10,05		
umidità a 105%	%	41,03		
azoto totale (Kjeldhal)	%N s.s.	1,50		
azoto totale	%N su t.q.	0,885		
N ammoniacale	% su ss	0,095		
N organico	% su ss	1,405		
N nitrico	% su ss			
fosforo totale come P	%P s.s.	0,12		
potassio totale come K	%K s.s.	0,24		
Calcio totale	%Ca s.s.			
	%CaO s.s.		24,66	20
Zolfo totale				
	% SO3		15,57	15
Carbonio organico totale	%C s.s.	5,03		
grado di umificazione DH	% s.s.			
salinità	meq/100g			
indice SAR (se salinità > 50)				
grassi e oli animali e vegetali tot	mg/kg s.s.			
Oli minerali	mg/kg s.s.			
Cadmio totale	mg/kg Cd s.s.	0,19		
Rame totale	mg/kg Cu s.s.	68,90		
Nichel totale	mg/kg Ni s.s.	34,40		
Piombo totale	mg/kg Pb s.s.	< 20		
Zinco totale	mg/kg Zn s.s.	53,00		
Cromo esavalente	mg/kg Cr s.s.	< 1		
Cromo totale	mg/kg Cr s.s.			
Mercurio totale	mg/kg Hg s.s.	0,13		
Arsenico totale	mg/kg As s.s.			
Parametri microbiologici				
Salmonelle	MPN/g s.s.	assenti		valor max 1000 MPN

Occorre dire che nella prove a frumento il gesso è stato utilizzato subito dopo la produzione e quindi il suo contenuto, in particolare il pH e il valore dell'azoto (soprattutto ammoniacale) riflettono bene quello dell'analisi riportata sopra. Nelle prove a mais il gesso è stato utlizzato 6 mesi dopo la produzione e in questo periodo è stato stoccato all'aperto in loc Cà Morta di Mortizza dove è stato prodotto. Pertanto il pH ed il contenuto di azoto hanno subìto delle variazione consistenti a causa di perdite di azoto ammoniacale. In particolare il valore dell' N tot (sul t.q.) del gesso impiegato in prove su mais è stato in media dello 0,267 % rispetto ad un valore di 0,885 % di quello delle prova su frumento.

PROVA SU FRUMENTO

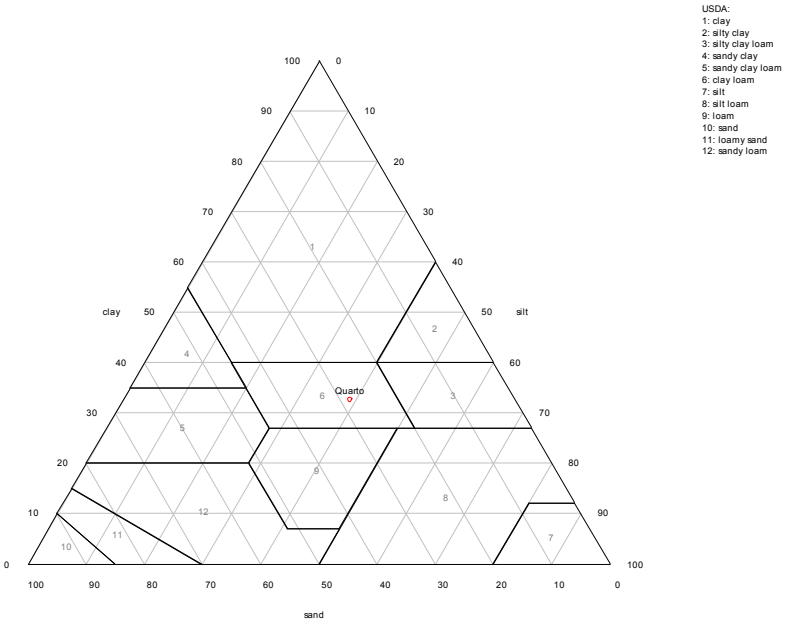
La prova è stata effettuata in un campo dell'azienda Repetti (Quarto di Gossolengo) che effettua rotazioni frumento/pomodoro su terreni a media-buona dotazione di sostanza organica e azoto e pH attorno alla neutralità.



Dalla Carta dei Suoli della regione Emilia Romagna il suolo appartiene alla delineazione n° 472, quelli con forma prevalente di conoide. Tra questi moderatamente frequenti sono i suoli CONFINE, poco frequenti i suoli VILLA PAOLINA e TRE RIVI. Il suolo delle prove ha caratteri che lo assimilano ai suoli CONFINE , con tessitura franco-argillosa e classificabile come un Inceptisuolo (Udic Haplustepts loamy skeletal, mixed, superactive, mesic (Soil Taxonomy, 2003) o Chromic Endoskeletric Cambisol (WRB 1998), anche se non mancano caratteri vertici (da Vertisuolo).

Il terreno delle prove presenta una tessitura equilibrata con tendenza all'argilloso (32,5% argilla); si può classificare come franco-argilloso. In virtù dell'argilla esibisce anche una buona capacità di scambio cationico (27 $cmol_{(+)}/kg$), cioè capacità di trattenere e scambiare elementi nutritivi e fertilizzanti. Da un punto di vista chimico possiede alti valori di Ntot (1,57 g/kg) e anche di Corg (TOC) (13,04 g/kg), ma i contenuti di azoto sembrano prevalere sul carbonio tanto che il rapporto C/N (8,31) è deficitario per il carbonio; l'ottimale sarebbe 10. La reazione è sulla neutralità (pH = 7,14). La lavorazione è difficoltosa quando secco (crepacciature evidenti) e trattiene l'acqua quando umido. Per quello che ho parlato di caratteri vertici cioè tipici dei Vertisuoli (di Sicilia o Puglia).

terreno Quarto	prove SOLANA frumento		
azienda Repetti	anno 2011-2012		
parametri	**U.M.**	**valori**	**incertezza**
pH		7,14	0,23
N totale	g/kg	1,57	
C totale	g/kg	13,04	0,50
Corganico (TOC)	g/kg	13,04	0,50
C/N		8,31	0,29
tessitura			
sabbia	%	28,30	
limo	%	39,20	
argilla	%	32,50	
classe tessiturale		FA franco-argilloso	
C.S.C. (capacità di scambio cationico)	cmol(+)/kg	27,07	



Piano sperimentale

Il piano sperimentale approntato prevedeva con blocchi la ripetizione con 4 replicazioni di 4 tesi a confronto, con l'aggiunta di un testimone senza azoto. Le tesi presentano apporti di azoto pari a 180 unità di N/ha in varie forme nelle prime tre tesi , un apporto doppio (360 kgN/ha) nella tesi 4 ed un testimone senza azoto (tesi 5). Come indicato di seguito:

TESI 1 N minerale (con azoto in forme tradizionali; es. urea; impianto + copertura))

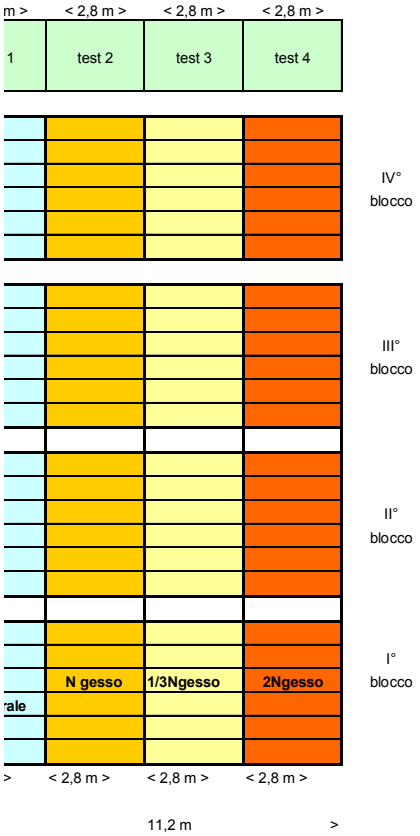
TESI 2 N gesso (con tutto l'azoto da biosolfato all'impianto);

TESI 3 N/3 gesso (con 1/3N da biosolfato all'impianto ed il restante N minerale in copertura)

TESI 4 2N gesso (tutto l'N da biosolfato all'impianto)

TESI 5 Test (testimone non fertilizzato per l'azoto)

La pratica andante non prevede apporti di P eK né di N all'impianto; sono previsti apporti di azoto in copertura con Entec (genn/febbr) e con urea successivamente fino a 140-160 unità di N.

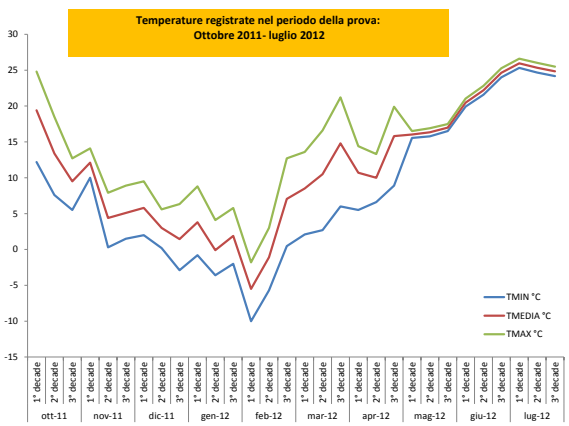


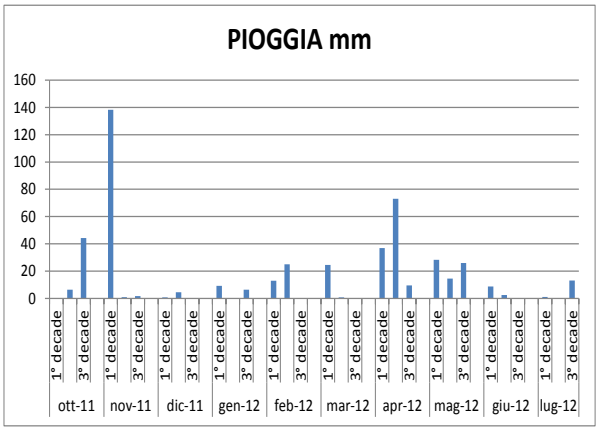
Fabbisogni frumento		N	P2O5	K2O			N	secco	N
		kg/ha	kg/ha	kg/ha			su SS	%	su t.q.
		180	0	0			1,50	58,97	**0,885**
titolo del biosolfato		0,88455	%N	sul t.q.					
area parcella		28	m2						
unità di N/ha		180							
quantità gesso kg /ha		20349,33							
quantità gessokg/parcella		56,97812		228	kg gesso Totale TESI N gesso				
		19		76	kg gesso Totale TESI 1/3N gesso				
		113,9562		456	kg gesso Totale TESI 2N gesso				
				760	**kgtotali gesso prova frumento**				

Andamento meteorologico

L'andamento termopluviometrico del periodo delle prove è mostrato nella tabella seguente, per quanto concerne i dati di medie decadiche delle temperature medie, minime e massime (espresse in °C), umidità (espressa in %) e piovosità (dati cumulati, espressi in mm di pioggia); si è considerato nel valore cumulato anche quello relativo alle precipitazioni nevose del periodo).

		T_{MEDIA}	T_{MIN}	T_{MAX}	UMIDITA'	PIOGGIA
		°C	°C	°C	%	mm
ott-11	1° decade	19,4	12,2	24,8	55,3	0,0
	2° decade	13,4	7,6	18,5	69,2	6,4
	3° decade	9,5	5,5	12,7	77,6	44,2
						50,6
nov-11	1° decade	12,1	10	14,1	86,2	138,2
	2° decade	4,4	0,3	7,9	87,7	1,0
	3° decade	5,1	1,5	8,9	89,8	1,8
						141,0
dic-11	1° decade	5,8	2,0	9,5	84,4	0,8
	2° decade	3,0	0,2	5,6	76,8	4,6
	3° decade	1,4	-2,9	6,3	77,4	0,0
						5,4
gen-12	1° decade	3,8	-0,8	8,8	66,4	9,2
	2° decade	-0,1	-3,6	4,1	87,2	0,4
	3° decade	1,9	-2,0	5,8	77,7	6,4
						16,0
feb-12	1° decade	-5,5	-10	-1,8	77	13,0
	2° decade	-1,1	-5,7	3	77,5	25,0
	3° decade	7,0	0,5	12,7	60,2	0,0
						38,0
mar-12	1° decade	8,5	2,1	13,6	69,7	24,6
	2° decade	10,5	2,7	16,6	65,5	0,8
	3° decade	14,8	6	21,2	53,4	0,0
						25,4
apr-12	1° decade	10,7	5,5	14,4	82,6	37,0
	2° decade	10,0	6,6	13,3	87,9	73,0
	3° decade	15,8	8,9	19,9	64,6	9,6
						119,6
mag-12	1° decade	16,0	15,6	16,5	77,3	28,4
	2° decade	16,3	15,8	16,9	67,4	14,6
	3° decade	17,0	16,5	17,5	67,5	26,0
						69,0
giu-12	1° decade	20,5	19,9	21,0	68,7	8,8
	2° decade	22,2	21,6	22,8	65,9	2,6
	3° decade	24,6	24,0	25,3	61,7	0,0
						11,4
lug-12	1° decade	26,0	25,3	26,6	61,4	1,2
	2° decade	25,3	24,7	26,0	59,2	0,0
	3° decade	24,8	24,2	25,5	60,5	13,2
						14,4





Si può dire che l'andamento climatico ha favorito le semine autunnali. Precipitazioni abbondanti si sono verificate soprattutto nella 1° decade di Novembre (138 mm di pioggia); ciò ha favorito una buona emergenza. L'inverno è stato caratterizzato da temperature molto basse il cui effetto sulla coltura è stato mitigato da una persistente copertura nevosa. Un marcato rialzo termico, associato a scarse precipitazioni è stato registrato tra fine febbraio e fine marzo (febbraio 38,0 mm e marzo 25,4 mm di pioggia) , determinando un certo anticipo della fase di levata. La copertura azotata (08 marzo) non è stata disturbata da fenomeni di dilavamento, poiché le piogge più abbondanti datano la 2° decade di aprile (73 mm). Piogge utili per la coltura sono avvenute a inizio Aprile (37 mm la 1° decade), associate ad un abbassamento termico, e nella seconda metà di maggio (26 mm la 3° decade di Maggio). La parte finale del ciclo è stata caratterizzata da temperature nella media, scarse precipitazioni e isolati temporali. Questo andamento meteorologico, nonostante le precipitazioni totali siano risultate nettamente inferiori alle medie poliennali, ha determinato un buon riempimento della granella (visibile nel dato del peso di 1.000 cariossidi e pesi ettolitrici superiori alle medie), un anticipo di spigatura e della raccolta e scarsi danni di allettamento e malattie fungine.
I trattamenti antiparassitari effettuati dall'agricoltore hanno scongiurato i rischi di malattie fungine (septoriosi e fusariosi della spiga) come emerge dai vari controlli effettuati in campo.

Analisi statistica

Tutti i dati prodotti, sia quelli di campo che quelli di laboratorio, sono stati elaborati statisticamente con l'analisi della varianza (ANOVA) e si è utilizzato il test LSD (Least Significant Difference) per il confronto delle medie dei trattamenti. Quando possibile sono stati utilizzati anche i test dei campioni indipendenti ed il t-paired test. Il programma statistico utilizzato è stato SPSS 19.0.
Nelle figure vengono riportati i più significativi esiti del test statistico (LSD): lettere uguali indicano valori statisticamente simili tra loro, lettere minuscole diverse indicano significatività del 95% ($P<0.05$); lettere maiuscole significatività diverse al 99% ($P<0.01$); n.s. indica che non si ha differenza significativa tra i valori analizzati.

Operazioni colturali

21 e 22 Ottobre 2011 Disegnato il campo con i riferimenti esterni

24 Ottobre mattina fatti i prelievi di terreno (1 campione, formato da 3 sottocampioni) per ogni parcella per un totale di 20 campioni.

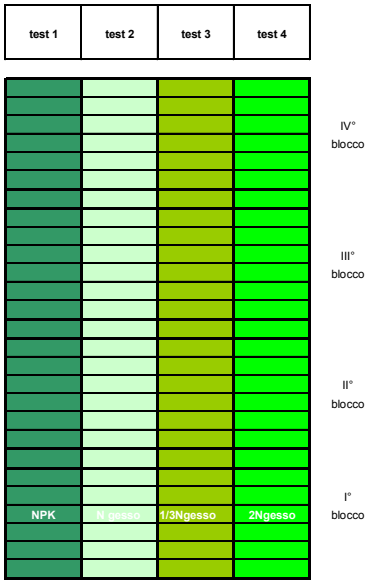
24 Ottobre pomeriggio. Arrivato il biosolfato, pesato e caricati su uno spandiletame per la distribuzione in campo, che, nonostante l'esigua quantità è risultata omogenea. L'agricoltore ha provveduto a erpicare e poi alla semina nel giorno stesso (frumento tenero panificabile Var. Altamira densità seme 230 kg/ha)



Foto1 e 2. *Distribuzione dei gessi.*

08 marzo 2012 Fatta una 1° copertura azotata con urea sulle parcelle delle tesi N minerale e 1/3N biosolfato (90 kgN/ha) distribuiti a mano. Seguirà un diserbo da parte dell'agricoltore ed è prevista una seconda copertura a metà aprile.

22 Marzo 2012 Fatta visita con ricognizioni visive e foto. Si nota bene l'effetto dell'urea nelle due parcelle interessate raffigurato schematicamente sotto:



Le tesi a colore più scuro sono l'N minerale e 1/3Ngesso (dove è stata messa urea in copertura) seguite da N e 2N gesso (tutto l'N all'impianto) e per ultimo il testimone.

21 aprile 2012. Visita campo frumento; in generale appare buono (alto e rigoglioso). Fatto rilievi altezza piantine (ultima foglia):

altezza piantine:			
tesi 1 N min		circa 58 cm	
tesi 2 Ngesso		circa 40 cm	
tesi 3 1/3Ngesso		60 cm	
tesi 4 2Ngesso		58 cm	
tesi 5 testimone		50-55 cm	

Sembra che a questo stadio vegetativo la copertura azotata abbia dato i suoi frutti (anche in concidenza di abbondanti piogge) e che tra le due tesi a dose piena la 2Ngesso sia migliore della N gesso.



Tesi 5 Testimone



Tesi 1 Minerale



Tesi 2 N gesso



Tesi 3 1/3N gesso



Tesi 4 2N gesso

Il riepilogo delle foto controluce del colore piantine riassume le considerazioni fatte: le tesi che sembrano aver utilizzato di più e meglio l'N sembrano essere la tesi 1 (minerale) e la tesi 3 (1/3N gesso) che hanno ricevuto la copertura azotata, seguite dalla tesi 4 (2Ngesso) e infine dalla tesi 2 (Ngesso) che ha dato risultati simili al testimone.

04 maggio 2012. Dalla visita emerge che la coltura sta spigando da qualche giorno. La misura delle altezze ultima foglia (15 osservazioni per parcella), comprese quelle per la tesi ENTEC aziendale sono mostrate sotto. Il confronto statistico mette in evidenza le buone performances di 4 tesi (2Ngesso, 1/3Ngesso, Entec e minerale) con valori similari nel range (82-85) cm; segue la tesi

Ngesso (74 cm) e infine il test (70 cm). A questo stadio vegetativo (fine botticella/inizio spigatura) solo 2 tesi con gesso (2Ngesso e 1/3Ngesso) sono comparabili sia con la tesi aziendale che con quella minerale, mentre la Ngesso mostra ritardi nella crescita.

Non appaiono evidenze di attacchi parassitari.

data	tesi	altezza	esito stat
04-mag-12		cm	test LSD
4	2N gesso	85	d D
		± 4,12	
3	1/3N gesso	83	cd CD
		± 3,70	
6	Entec aziend	83	cd CD
		± 4,93	
1	Minerale	82	bc BC
		± 4,17	
2	N gesso	74	b B
		± 5,14	
5	test	70	a A
		± 4,22	

07 maggio 2012. La visita è consistita nella determinazione del contenuto di clorofilla foliare con SPAD-metro (Minolta mod. 502) con 30 misure per parcella ripartite in Sud,Centro e Nord, nelle tesi concimate ed in un tratto del campo con concimazione aziendale (Entec). Il confronto statistico delle medie (ANOVA + LSD) evidenzia due tesi al di sopra di tutte (minerale e 1/3Ngesso), quelle che avevano ricevuto N in copertura, seguite dalla coppia 2Ngesso ed Entec aziendale (dove forse si evidenzia un'azione a lento rilascio di azoto nel gesso simile ad un azotato a lenta cessione), dalla tesi testimone e dalla tesi Ngesso che ha dato risultati scarsi (c'è poco azoto disponibile e la pianta non lo "sente"). La fase è di spigatura (sta terminando di spigare).

data	tesi	Spad	esito stat
07-mag-12			test LSD
1	Minerale	50,7	c C
		± 2,32	
3	1/3N gesso	49,7	c C
		± 1,82	
4	2N gesso	47,2	b B
		± 1,21	
6	Entec aziend	47,0	b B
		± 0,58	
5	test	44,7	a AB
		± 0,85	
2	N gesso	44,0	a A
		± 1,39	

10 Maggio 2012. Durante la visita sono state fatte le seguenti determinazioni:

1) Conta numero piantine e numero spighe in 1,00 m lineare di ogni parcella
2) Valutazione altezze piantine nel metro lineare interessato dalle precedenti determinazioni;
3) Osservazioni visive e foto su eventuali patologie riscontrate.

data	tesi	num piante	esito stat
10-mag-12		num spighe	test LSD
6	Entec aziend	88	c C
		± 2,16	
3	1/3N gesso	71	b B
		± 2,94	
2	N gesso	68	b AB
		± 3,09	
4	2N gesso	68	b AB
		± 11,7	
1	Minerale	66	b AB
		± 5,32	
5	test	53	a A
		± 12,5	

A questo stadio fenologico e dopo ulteriori piogge dopo il 04 maggio, la situazione altezza piantine si è consolidata su queste posizioni: la tesi aziendale (Entec) mostra altezze significativamente superiori a quelle delle altre tesi. Seguono le altre tesi con gesso e minerale nel range 84-88 cm e poi, per ultimo il testimone. Per confronto si osservi il cambiamento, avvenuto nel giro di 6 gg tra inizio e fine spigatura. Il dato attendibile sembra essere più quello del 10 maggio, dove anche visivamente le spighe erano uscite tutte, con la comparsa anche di qualche fioritura.

31 maggio 2012 . Sguardo d'insieme : buono. No problematiche evidenti, né fallanze. Proceduto con indagine visiva parcella per parcella. In tutte punte gialle diffuse (Septoria?); fase fine fioritura /maturazione lattea. No attacchi alla spiga. Alcuni afidi.

Tesi 1 (minerale): spighe sane medio-alta altezza

Tesi 2 (N gesso): In generale qualche fallanza in più rispetto a tesi 1; densità leggermente minore che tesi 1;

Tesi 3 (1/3N gesso): Come e meglio la tesi 1 con piante anche più alte.

Tesi 4 (2Ngesso): altezza simile a tesi 2

Test: piante più basse in generale e più fallanze

Altezza piante: tesi 2> tesi 1 e 4> tesi 3 > test

27-29 giugno. Raccolta su metro lineare

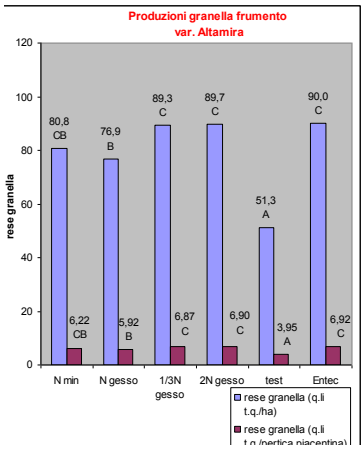
05 luglio. Trebbiatura delle parcelle da parte dell'agricoltore

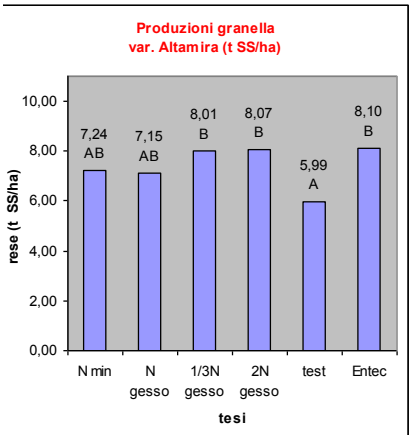
24 luglio Prelievi di terreno post-raccolta.

DATI PRODUTTIVI

Produzione granella

Esaminando i dati della produzione media di granella alla raccolta, a lato sono presentati i valori medi delle rese (espresse sia in termini di q.li t.q./ha che di q.li t.q/pertica piacentina) con esiti dei confronti statistici tra le medie. Occorre dire che quest'anno è stato particolarmente favorevole per la coltura di frumento a causa dell'andamento meteorologico che ha consentito ad alcune varietà come l' Altamira di arrivare ai 90 q.li /ha.

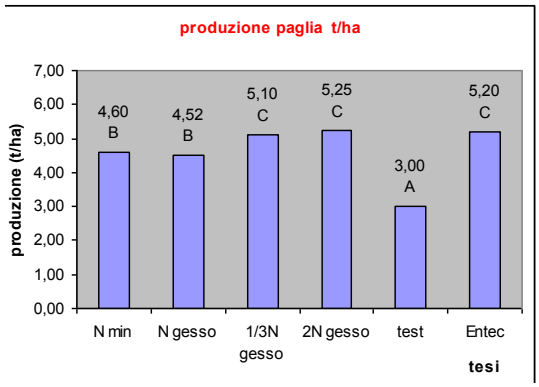


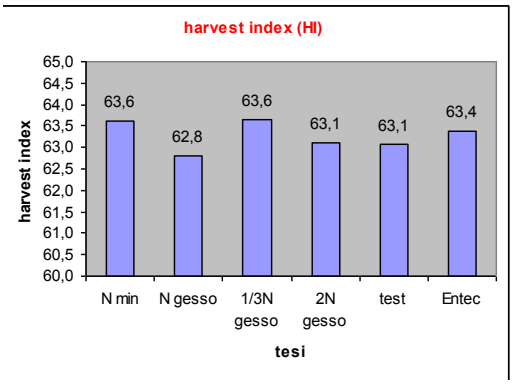


Il dato però qui soffre dei diversi valori di sostanza secca delle varie tesi, pertanto, i dati produttivi sono stati riportati ad una base comune di sostanza secca (a lato) dai quali si evince che le tesi 1/3Ngesso e 2Ngesso hanno fornito valori comparabili con Entec, mentre a valori più bassi stanno le due tesi con N (minerale e da gesso) che hanno prodotto circa 1 t in meno delle suddette. Come ultimo il test, con 2 t circa in meno delle tesi Entec e 2Ngesso.

Produzione paglia e harvest index

Per la paglia le 3 tesi dove si sono osservati i valori assoluti più alti, e significativamente superiori, sono stati Entec, 2Ngesso e 1/3Ngesso, seguiti da 2 tesi con N (Nminerale ed Ngesso) con 5-6 q.li in meno e, da ultimo, dal test.





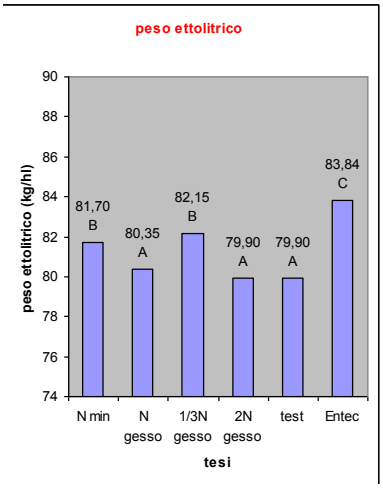
Dalle produzioni di granella e quelle di paglia si è ricavato l' harvest index:

$$HI = \frac{\textit{(produz granella)}}{\textit{produz (paglia+granella)}} \textit{ X 100}$$

che ha ottenuto buoni valori (circa 63%) in generale, indistinto per tutte le tesi. Ciò significa che, comunque, anche le tesi che hanno prodotto meno, hanno prodotto bene rispettando un buon rapporto granella/biomassa totale.

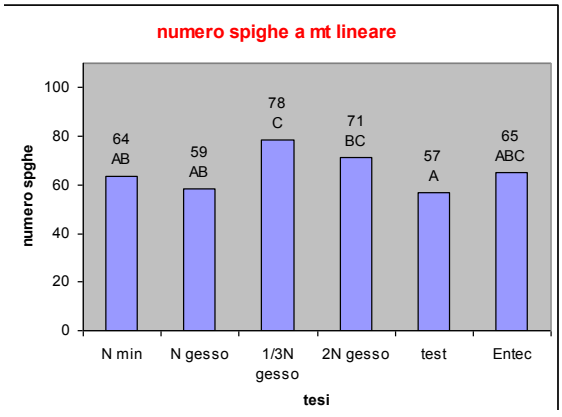
Peso ettolitrico.

La determinazione del peso specifico apparente o peso ettolitrico assume importanza notevole al momento della vendita del prodotto, essendo ben correlato con la resa in farina, quindi determina in buona parte il valore commerciale della granella. In questa prova l'Entec si è dimostrata la tesi più performante, seguita con differenze statisticamente significative dalla tesi 1/3Ngesso e dalla tesi Nminerale. Staccate le altre tesi, tra cui 2Ngesso ed N gesso. Quindi tra le 3 tesi a base di gesso la migliore da un punto di vista commerciale è risultata la 1/3Ngesso.



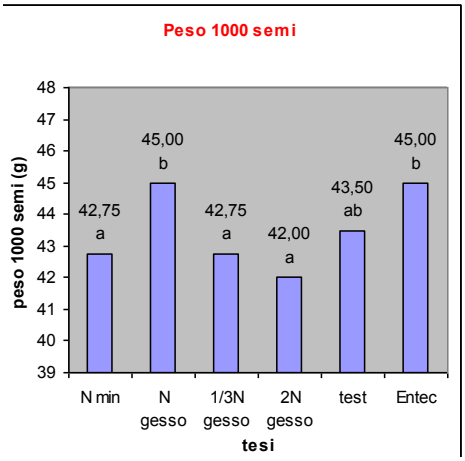
Numero spighe a metro lineare

Questo parametro ci può dare l'idea della capacità di accestimento della pianta nelle diverse condizioni sperimentali di apporti fertilizzanti. Si nota come le tesi 1/3Ngesso, 2N gesso ed Entec abbiano numeri significativamente superiori alle altre tesi; la Ngesso ha lo stesso trend di N minerale e, per ultimo , il test. Soprattutto la 1/3N gesso dimostra buone capacità di accestimento e ciò è confermato anche dai dati produttivi successivi.



Peso 1000 cariossidi

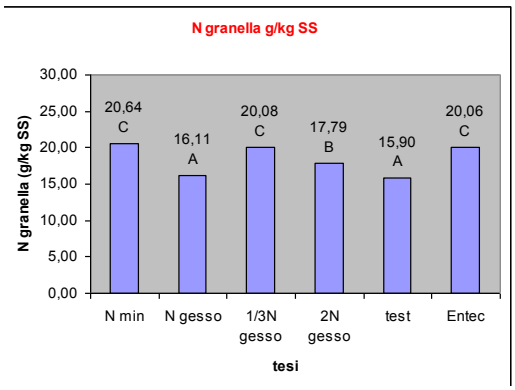
La determinazione del parametro peso 1000 cariossidi influenza la corretta dose di semente da impiegare ad ettaro.

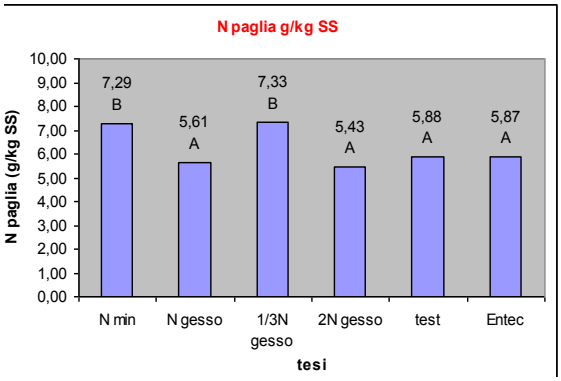


In questa prova, anche se i valori sono vicini e le differenze tra le tesi appaiono solo con $p<0.05$, si può dire che la tesi Ngesso dà risultati comparabili alla tesi aziendale Entec, mentre le altre due tesi con gesso danno risultati inferiori, simili alla tesi N minerale; per queste ultime tesi quindi l'accestimento è forse stato peggiore delle prime due citate, con qualche fallanza osservata. La condizione ottimale per le tesi con gesso è raggiunta solo dalla tesi Ngesso.

Concentrazioni di azoto in granella e paglia.

I contenuti di N in granella e paglia sono diversi significativamente tra le tesi, e i dati sul t.q. (qui non riportati) riflettono pari pari le differenze statistiche osservate per i dati di N espressi sulla sostanza secca (SS), che vengono qui riportati, in quanto più probanti, essendo espressi su di una base comune (la sostanza secca).

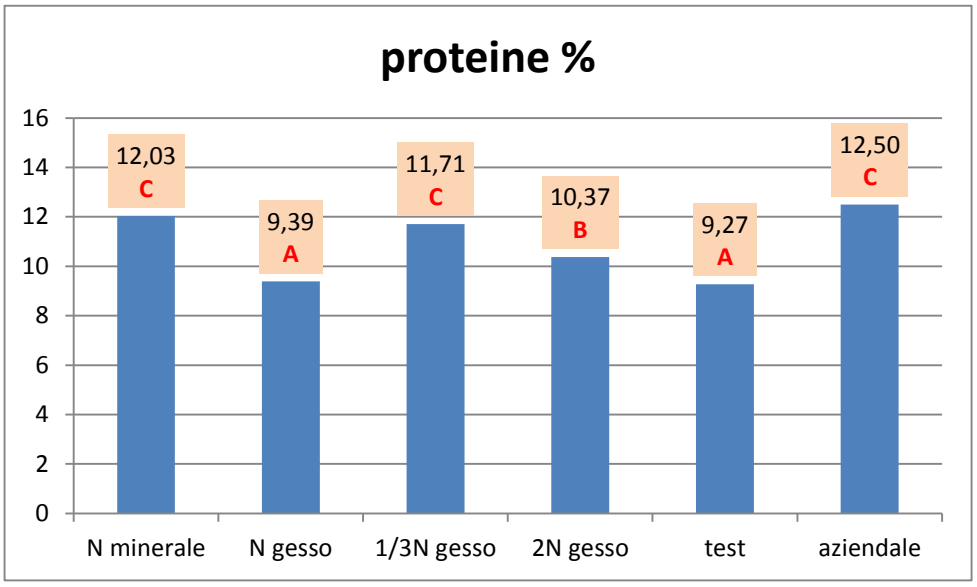




Per la granella 3 sono le tesi ai livelli significativamente più alti: Nmin, Entec e 1/3Ngesso, seguiti dalla tesi 2Ngesso e più distante dalla Ngesso. La sola tesi con il gesso che si è dimostrata a livello di una tradizionale concimazione è stata 1/3Ngesso. Per la paglia 2 sono le tesi coni livelli di N più elevato statisticamente: Nmin e 1/3Ngesso, seguite da tutte le altre.

Proteine

L'analisi delle proteine riflette quella dei contenuti azotati della granella e mostra il valore più elevato per la tesi aziendale, che però non è significativamente diverso da quelli della tesi ad N minerale e a quello con 1/3N gesso che ha ottenuto un risultato di tutto rilievo. A seguire, distanziata, c'è la tesi con 2N gesso e, ai valori più bassi , poco sopra il test la tesi N gesso. Si conferma qui il valore della tesi 1/3N gesso che già con le produzioni e il recupero apparente di N era parsa la migliore tra quelle dei gessi.



Si riportano i dati di contenuto proteico e di peso ettolitrico pubblicati dall' Informatore Agrario e relativi a 3.932 campioni di frumento tenero (dati 2011-12 e confronto annata 2010-11).

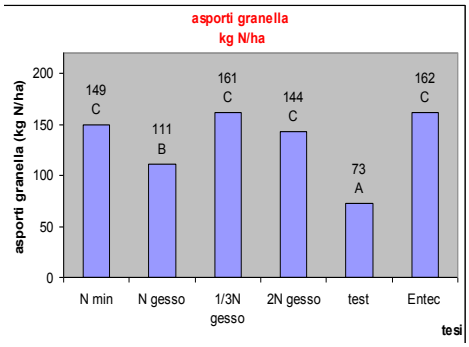
TABELLA 1 - FRUMENTO TENERO - Caratteristiche della produzione rilevate allo stoccaggio nell'annata agraria 2011-2012

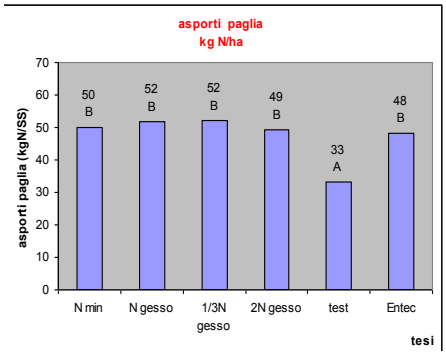
Annata agraria	Contenuto proteico (% s.s.)			Peso ettolitrico (kg/hL)		
	media	min.	max	media	min.	max
2011-2012	12,7	7,4	17,9	82,8	67,3	89,5
2010-2011	12,9	8,7	17,2	83,1	61,6	88,6
Scarto (%) 2012/2011	–2,6			–0,4		

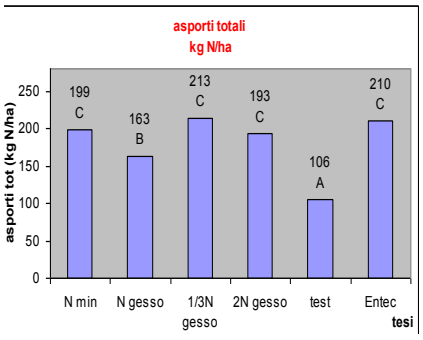
Medie generali per 3.932 rilievi.

Asportazioni di azoto

Per gli asporti di N granella le 2 tesi ai valori più elevati sono Entec e 1/3Ngesso, seguiti da Nmin e 2Ngesso; infine c'è la tesi Ngesso. Tra le tesi con gesso la 1/3Ngesso si dimostra la migliore. Gli asporti N paglia sono abbastanza simili (circa 50 kgN/ha) e differenziati solo dal test.



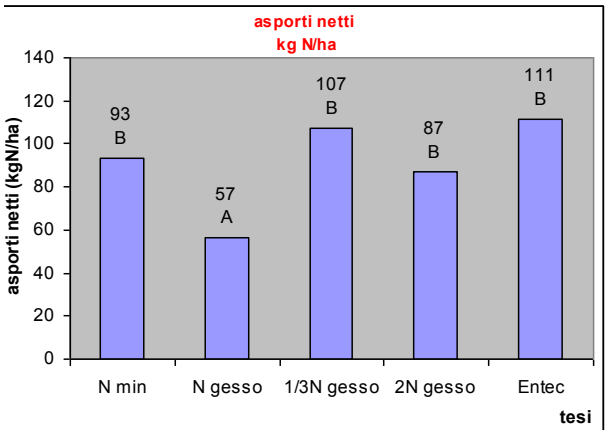


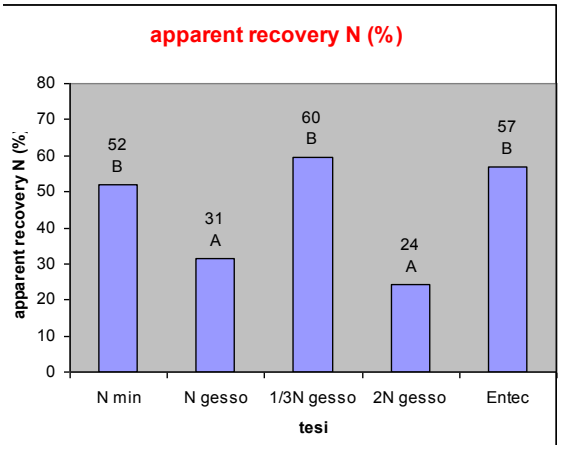


Gli asporti totali ricalcano gli andamenti degli asporti granella con i valori max di 213 kgN/ha e 210 kgN/ha per le tesi 1/3Ngesso ed Entec, seguiti da 2Ngesso e Nmin ed infine, più penalizzata la tesi Ngesso. Concludendo per i tre asporti visti, la tesi 1/3Ngesso si è dimostrata ai livelli della tesi aziendale e la migliore delle 3 tesi con gesso.

Asporti netti e recupero apparente di N

Depurando gli asporti totali del test si ottengono gli asporti netti (l'N asportato netto non valutando il contributo dell'azoto nativo del suolo). Tutte le tesi, tranne Ngesso, hanno asportato quantità significative, ma in particolare le tesi Entec (111kgN/ha) e 1/3Ngesso (107kgN/ha).



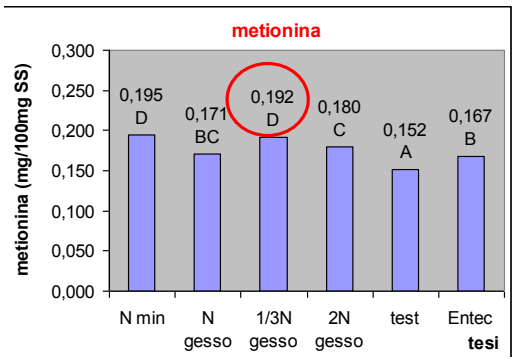


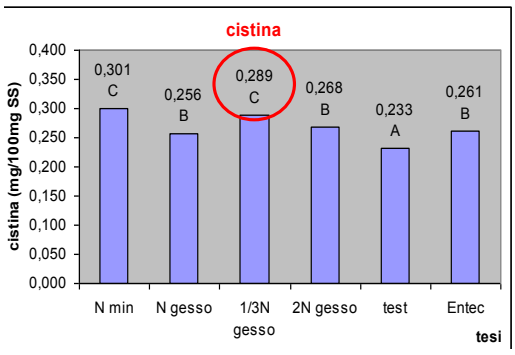
Se raffiniamo il dato valutandolo in base alle dosi di N apportato, occorre osservare che nelle tesi Nmin, Ngesso e 1/3Ngesso sono state apportate 180 unità di N, mentre in 2Ngesso dosi di 360 unità di N e in Entec 196 unità di N. Il recupero apparente di azoto fertilizzante cioè la sua efficienza ved ai primi posti le tesi 1/3Ngesso (60%), Entec (57%) e Nmin (52%) significativamente superiori a Ngesso (31%) e a 2Ngesso (24%) quest'ultima penalizzata dalla doppia dose.

Valutazione della presenza di amminoacidi solforati (SAA): metionina e cisteina

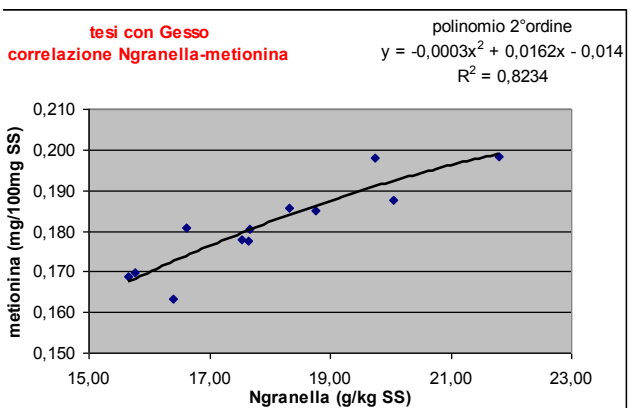
Metionina e cisteina sono amminoacidi solforati indispensabili nella nutrizione umana. La **metionina** (MET) oltre ad essere un substrato per la sintesi proteica, è di grande interesse da un punto di vista metabolico per il suo ruolo nella transmetilazione e la sua transulfurazione a cisteina.

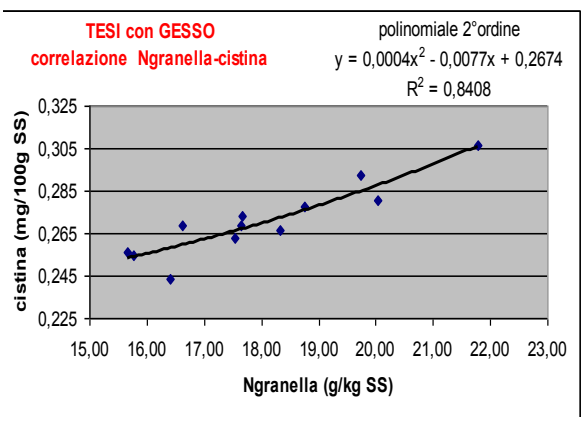
Anche la **cisteina** (CYS) è di grande interesse per la sintesi proteica, la struttura delle proteine e come precursore del glutatione. E' un forte agente riducente e ha la capacità di chelare elementi in tracce nell'intestino e nel corpo umano e con i suoi gruppi sulfidrilici può legarsi a proteine del plasma. La CYS può essere sintetizzata "in vivo" dalla MET, ma non vale il contrario. Dal momento che il trattamento per la produzione del biosolfato utilizzava aggiunte di zolfo ed il prodotto finale aveva un contenuto di zolfo (espresso come SO3) del 15,57 % si è voluto verificare la presenza ed il contenuto di due amminoacodi solforati, metionina e cisteina (espressa come cistina), nelle granelle di frumento per confronto con quelle delle tesi tradizionali non addizionate di zolfo.





Occorre dire che per entrambi i parametri indagati c'è differenza statistica significativa ($p<0.01$) tra le tesi. Per la metionina i contenuti sembrano indipendenti dalle aggiunte di zolfo (le 2 tesi a maggior valore sono Nmin e 1/3Ngesso) e non c'è un effetto-dose (la tesi 2Ngesso ha un valore significativamente più basso della 1/3Ngesso. Per la cistina gli andamenti sono similari a quelli della metionina con i valori più elevati per le tesi Nmin e 1/3Ngesso e non c'è l'effetto dose. Sembra di poter dire che tra le 3 tesi a base di gesso, la 1/3N gesso è quella che deprime meno il contenuto sia di metionina che di cistina dando risultati similari alla tesi ad N minerale; in questo va rivista in senso positivo.



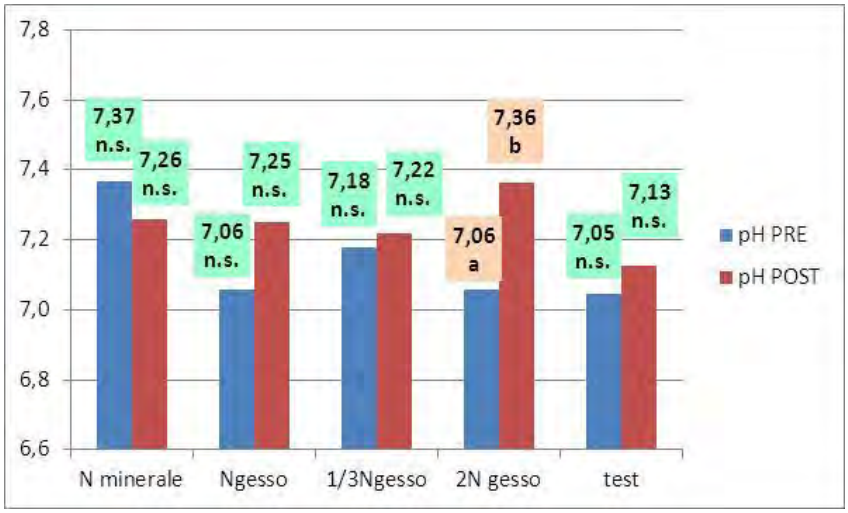


DATI RELATIVI AL TERRENO.

CONFRONTO SITUAZIONE PRE-POST COLTURA

pH : confronto PRE –POST.

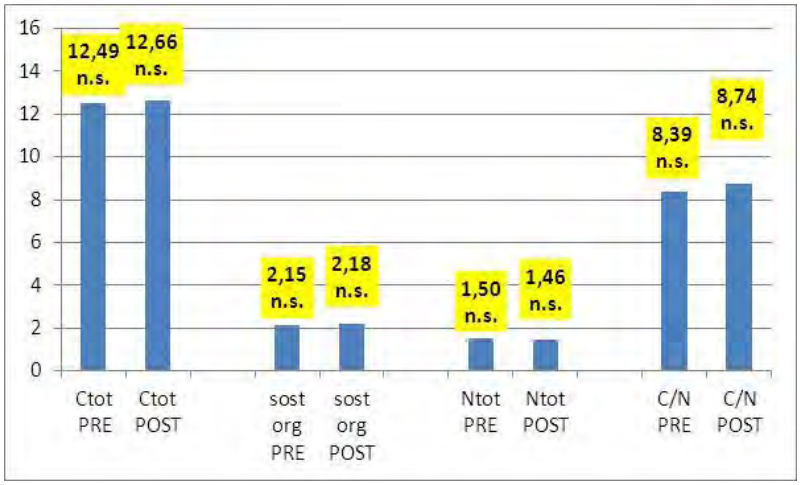
Il pH all'inizio delle prove è neutro (media = 7,14 ± 0,232); L'aggiunta dei gessi (pH= 12,5) a dosi diverse ha fatto innalzare il pH ad un valor medio di campo leggermente più alto, (7,24 ± 0,193).



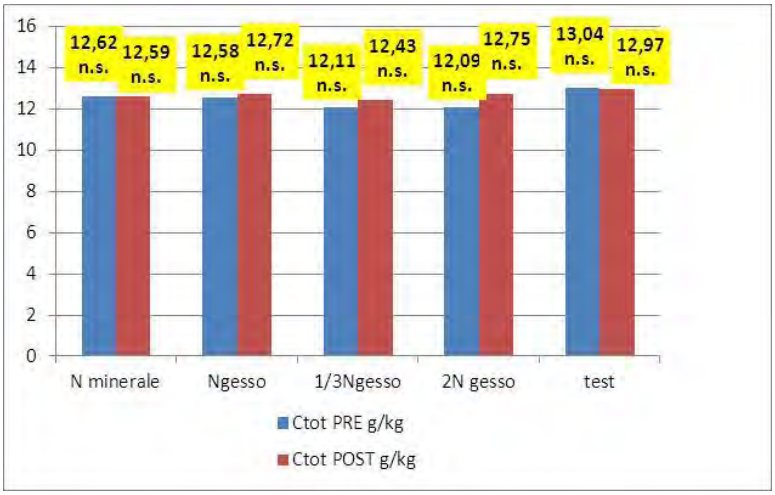
Si nota che l'uso dei gessi contrastano una naturale tendenza all'acidificazione (vedi tesi ad N tradizionale) per l'uso di concimi azotati acidificanti. L'aumento è più netto e significativo per la tesi ad apporto maggiore di gesso , che comunque fa rientrare il pH in zona neutra, senza alcalinizzare il suolo.

Carbonio totale, azoto totale e C/N: confronto PRE-POST

L'esame dei dati pre/post evidenzia dei lievi aumenti sia per il carbonio che per l'azoto, non significativi però. Il valore della sostanza organica rimane discreto (> 2%) e anche il rapporto C/N è aumentato da 8,39 a 8,74. Nel dettaglio tesi per tesi i risultati sono presentati di seguito.

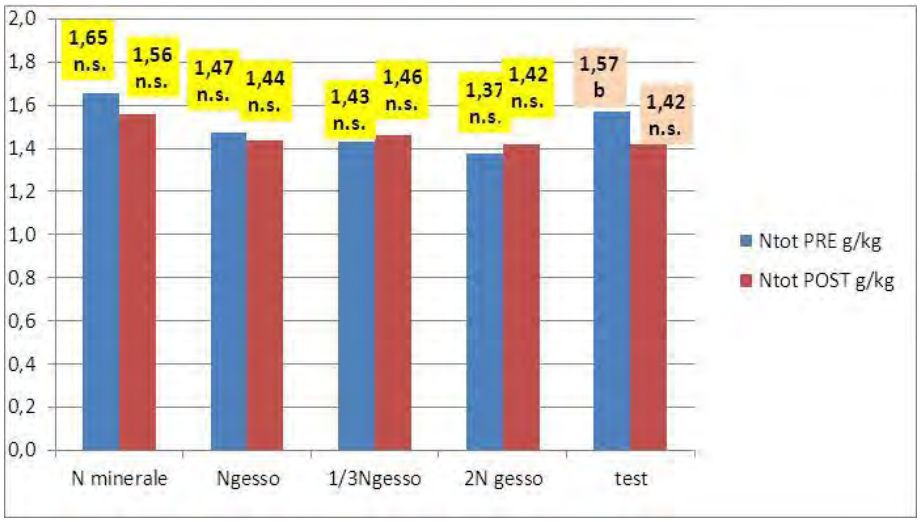


L'andamento del carbonio nel PRE-POST



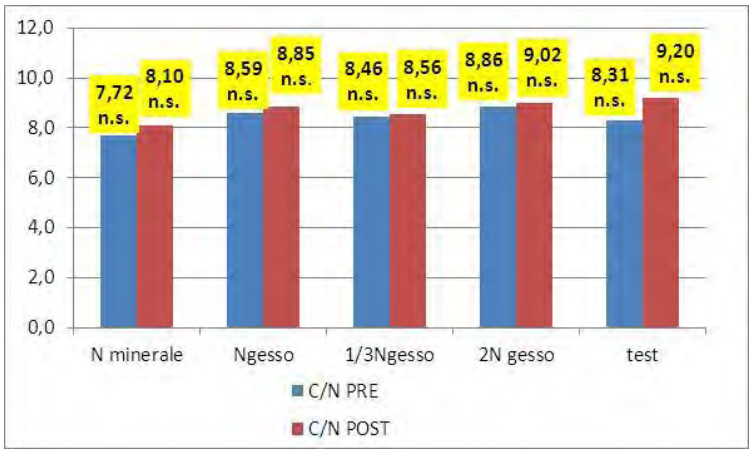
Si nota che mentre si osserva un leggero decremento nella tesi ad N tradizionale, che non ha ricevuto sostanza organica, un lieve aumento si osserva per le 3 tesi con gesso che hanno ricevuto modesti apporti di sostanza organica (5% Corg). Il test conferma la diminuzione di Corg. Vi è da sottolineare la positività dell'impiego dei gessi nel mantenere e aumentare lievemente il contenuto di sostanza organica, rispetto ad una tesi tradizionale in cui tale valore decresce leggermente con la coltivazione.

L'andamento dell' azoto nel PRE-POST



L'andamento delle concentrazioni di azoto mostra un netto calo (signif $P<0.05$) per il test; un calo non significativo per la tesi tradizionale e per le tesi con apporto di gessi, in ben 2 casi (1/3N gesso e 2N gesso) un lieve aumento, segno che l'azoto somministrato in queste due tesi è rimasto come riserva nel suolo e non subito utilizzato per le coltura. La tesi N gesso segue la sorte della tesi tradizionale e qui l'azoto è stato utilizzato tutto oppure perso in parte al sistema. I gessi hanno comunque evidenziato una loro efficacia nel mantenere la dotazione dell'azoto nativo del suolo e ciò va riguardato come aspetto positivo del loro impiego fertilizzante.

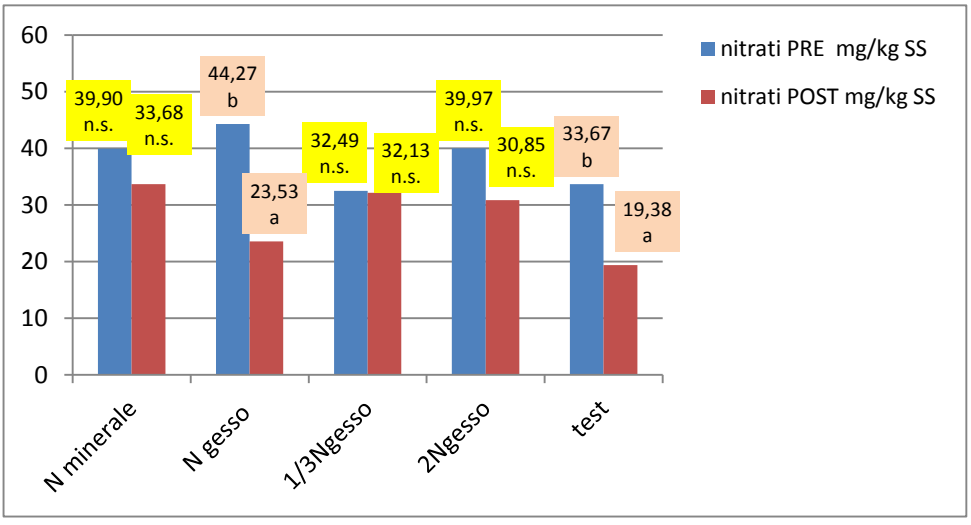
L'andamento del rapporto C/N nel PRE-POST



Il rapporto C/N è aumentato, anche se in modo non significativo, per tutte le tesi. Si può dire comunque che l'apporto dei gessi non ha avuto effetti negativi su tale parametro, aumentando il rapporto C/N , che appariva un po' sbilanciato a favore dell' azoto, verso valori più consoni per un terreno agrario (si veda ad es. la tesi 2N gesso).

L'andamento dei nitrati nel suolo (PRE-POST)

L'andamento della concentrazione dei nitrati nel suolo , nel confronto PRE-POST evidenzia una diminuzione per la tesi ad N tradizionale e , per le tesi con gesso, una diminuzione per tutte, significativa per la tesi N gesso dal valore di 44, 27 mg/kg a 23,53 mg/kg. Il testimone naturalmente decresce significativamente per mancanza di apporti azotati.



Questo comportamento delle tesi a base di gesso, in particolare della tesi N gesso è da riguardare come positivo da un punto di vista ambientale, poiché si evince che l'azoto somministrato con i gessi è stato completamente assorbito e sfruttato dalla coltura non rimanendo N residuo a rischi nitrati per la falda.

CONCLUSIONI PROVA A FRUMENTO

L'andamento agrometeorologico ha indubbiamente favorito il buon esito della coltura, senza evidenze di tipo parassitario. Occorre dire che , tra le tesi a base di gesso impiegate, in ordine decrescente buone sono state le "performances" della tesi 1/3Ngesso , seguita dalla tesi 2N gesso e, più distanziata, dalla tesi N gesso cha ha dato risultati poco soddisfacenti.

PRODUZIONI.

Per la produzione di granella la tesi aziendale ha prodotto 8,10 t/ha contro gli 8,07 t/ha della tesi 2N gesso e gli 8,01 della tesi 1/3Ngesso. L'harvest index è stato buono per tutte le tesi con valori sempre maggiori di 60. Anche il peso ettolitrico è stato buono (83,94 kg/hl per tesi aziendale e 82,15 kg/hl per tesi 1/3Ngesso). Buono per tutte le tesi il peso di 1000 cariossidi. Le asportazioni totali di azoto sono state di 213 kg/ha (tesi 1/3Ngesso) seguite dal valore di 210 kg/ha (tesi aziendale); le altre tesi hanno avuto valori più bassi. Il recupero apparente per l'N è stato del 60% per la tesi 1/3Ngesso , seguita da un 57% per la tesi aziendale, 52% per la tesi ad N tradizionale e un valore valori più bassi (31% e 24% rispettivamente per le tesi Ngesso e 2N gesso).

Il contenuto di metionina e cistina è risultato più elevato per la tesi 1/3Ngesso rispetto alle altre.

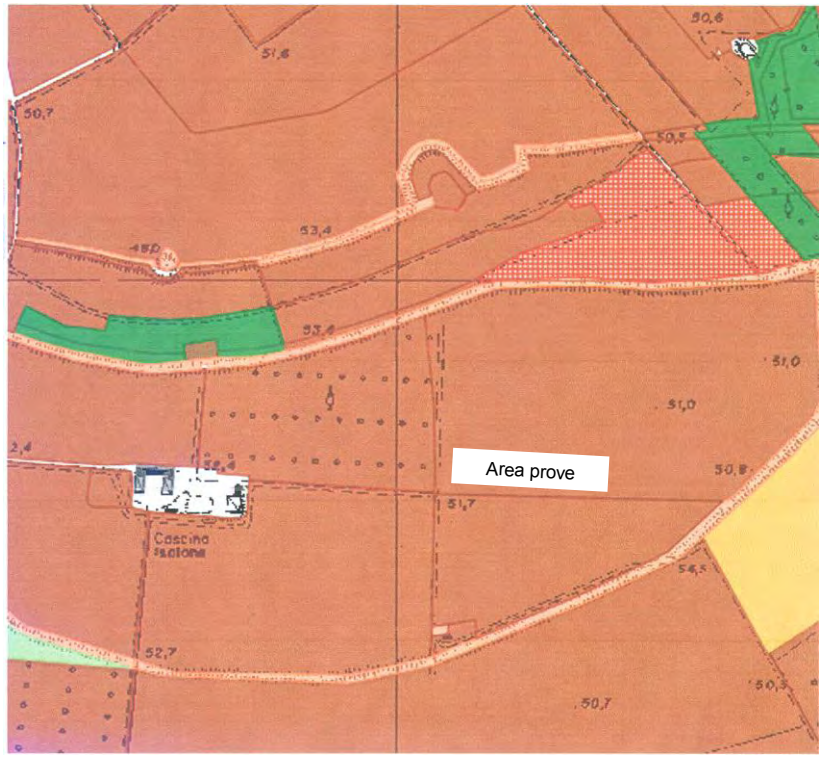
IL SUOLO PRE-POST COLTURA.

Nel suolo l'uso dei gessi ha contrastato una naturale tendenza all'acidificazione con incrementi maggiori di pH per la tesi 2N gesso. Per il carbonio l'utilizzo dei gessi ha consentito di mantenere o aumentare leggermente la dotazione iniziale del suolo, contrastando la diminuzione osservata nella tesi N minerale tradizionale. Per l'azoto nelle due tesi 1/3Ngesso e 2Ngesso i gessi hanno lasciato azoto residuo nel suolo per la coltura a venire. L'uso dei gessi ha migliorato il rapporto C/N. L'analisi del contenuto dei nitrati ha evidenziato l'azione positiva dei gessi , soprattutto nella tesi N gesso, a non aumentare il contenuto di nitrati che potrebbero costituire un rischio per la falda acquifera. In ciò la fertilizzazione con i gessi ha avuto anche un positivo risvolto ambientale.

PROVA SU MAIS

La prova è stata effettuata in un campo dell'azienda Isolone (Senna Lodigiana- Lodi) che effettua coltivazioni di mais e pomodoro su terreni sciolti con bassa dotazione di sostanza organica e azoto e pH subalcini/alcalino dovuto ad una consistente presenza di carbonati.



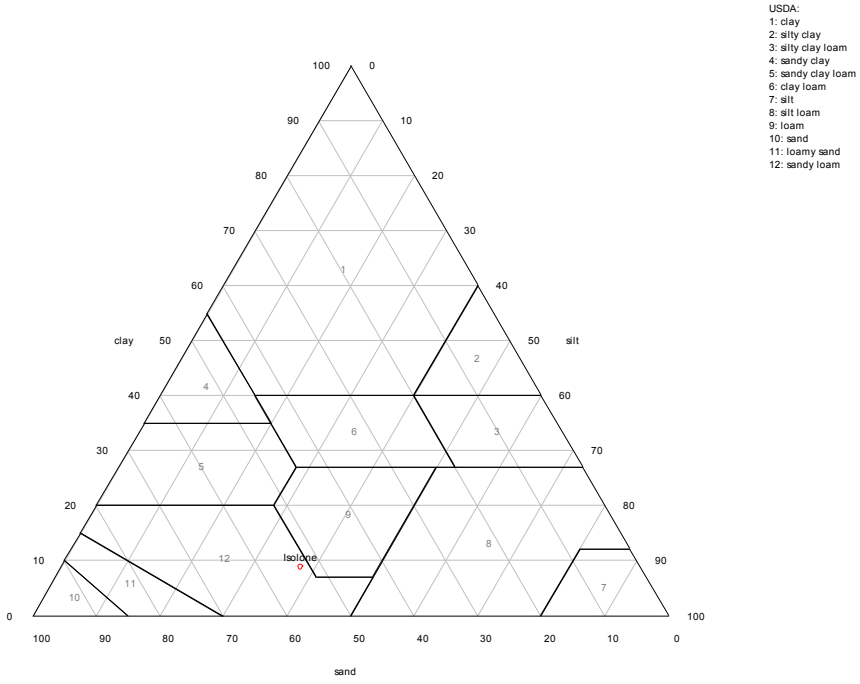


Nelle figure sopra è mostrata l'area del sito della prova con la cartina CTR 10.000.

Il terreno della prova

Il terreno delle prove presenta una tessitura decisamente orientata al sabbioso (sabbia= 53,46%) con il 37,77% di limo. E' classificabile come franco-sabbioso. La percentuale di argilla è bassa (8,77%) e ne condiziona la capacità di scambio (10,82 cmol(+)/kg), cioè medio-bassa capacità di trattenere e scambiare elementi nutritivi e fertilizzanti. Da un punto di vista chimico possiede normali valori 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 (Cinorganico) infatti il pH è alcalino (8,08). La lavorazione è facile, agevolata dall'alta percentuale di sabbia; è un terreno con buon drenaggio anche se spesso ci sono piccoli avvallamenti con ristagni locali di umidità che possono condizionare la vegetazione. L'area delle prove presenta in media generale un valore sufficiente per l'N (0,98 g/kg), un valore scarso di S.O. (1,59%) ed un valore equilibrato per il rapporto C/N (9,69).

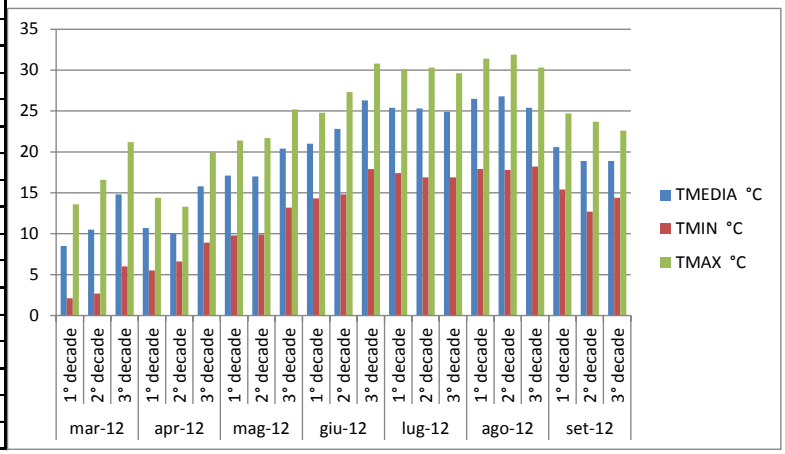
terreno Isolone	prove SOLANA mais		
azienda Biancardi	anno 2011-2012		
parametri	**U.M.**	**valori**	**incertezza**
pH		8,08	0,09
N totale	g/kg	0,98	0,20
C totale	g/kg	17,95	1,02
Corganico (TOC)	g/kg	9,23	1,35
C/N		9,69	2,35
tessitura			
sabbia	%	53,46	
limo	%	37,77	
argilla	%	8,77	
classe tessiturale		franco-sabbioso	
C.S.C. (capacità di scambio cationico)	cmol(+)/kg	10,82	



Andamento agrometeorologico

Sono presentati in sintesi i dati relativi alle temperature (minime, medie e massime) del periodo. Da evidenziare la prolungata ondata di caldo che ha interessato soprattutto i mesi di luglio e agosto, in corrispondenza della quale si è verificata siccità che è stata rimediata con irrigazioni di 20 mm di acqua ogni 2-3 giorni circa.

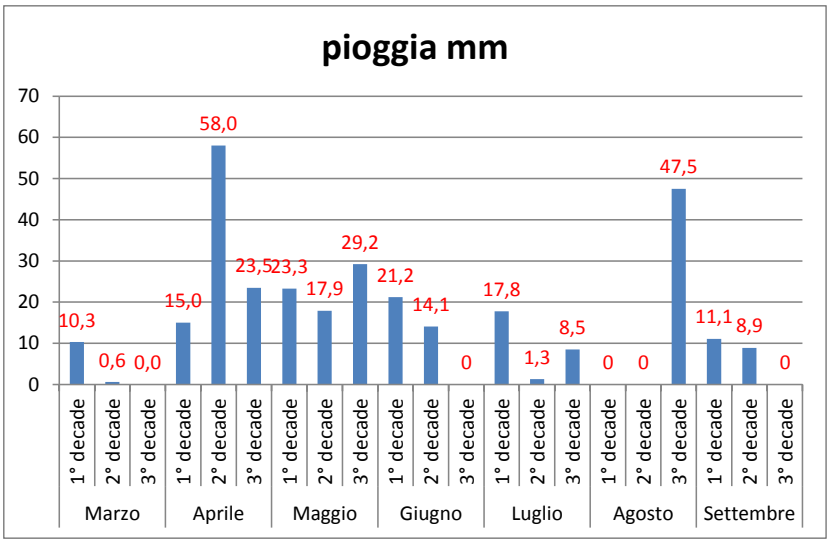
		T_{MEDIA}	T_{MIN}	T_{MAX}	UMIDITA'
		°C	°C	°C	%
mar-12	1° decade	8,5	2,1	13,6	69,7
	2° decade	10,5	2,7	16,6	65,5
	3° decade	14,8	6,0	21,2	53,4
apr-12	1° decade	10,7	5,5	14,4	82,6
	2° decade	10,0	6,6	13,3	87,9
	3° decade	15,8	8,9	19,9	64,6
mag-12	1° decade	17,1	9,8	21,4	65,7
	2° decade	17,0	9,9	21,7	55,0
	3° decade	20,4	13,2	25,2	61,5
giu-12	1° decade	21,0	14,3	24,8	72,2
	2° decade	22,8	14,8	27,3	66,0
	3° decade	26,3	17,9	30,8	62,5
lug-12	1° decade	25,4	17,4	30,1	66,2
	2° decade	25,3	16,9	30,3	58,8
	3° decade	24,9	16,9	29,6	63,2
ago-12	1° decade	26,5	17,9	31,4	57,6
	2° decade	26,8	17,8	31,9	57,8
	3° decade	25,4	18,2	30,3	61,1
set-12	1° decade	20,6	15,4	24,7	74,9
	2° decade	18,9	12,7	23,7	67,0
	3° decade	18,9	14,4	22,6	77,1



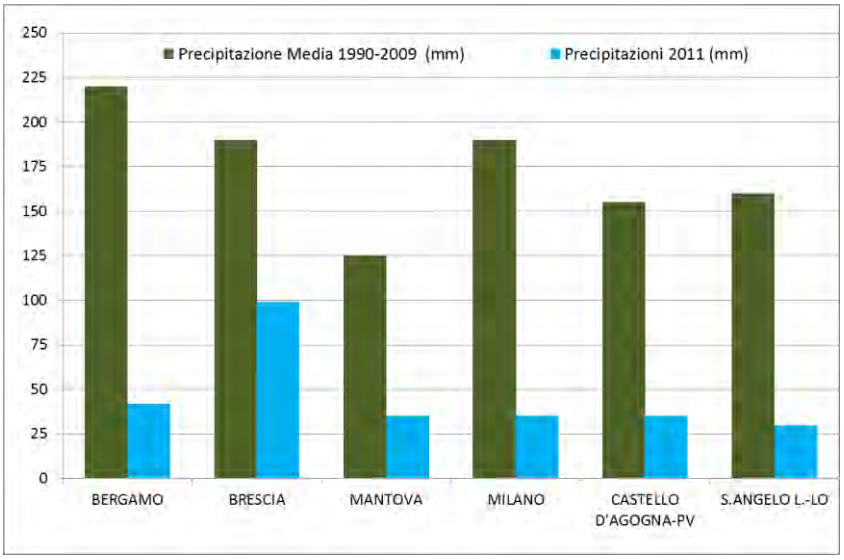
La piovosità è stata abbondante nei mesi di Aprile (96,5 mm) con la 2° decade soprattutto (50 mm) e mese di Maggio (70,4 mm) con prevalenza della 3° decade (29,2 mm). Comunque anche i mesi estivi hanno fornito valori di pioggia attorno ai 30 mm (Giugno 35,6 mm con prevalenza della 1° decade e Luglio con 27,6 mm con prevalenza della 1° decade 17,8 mm). Le piogge in Agosto sono state concentrate tutte nella 3° decade 47,5 mm. Poche le piogge a settembre, soprattutto nella 1° decade 11,1 mm di pioggia.

2012		pioggia		2012		pioggia
		mm				mm
Marzo	1° decade	10,3		Luglio	1° decade	17,8
	2° decade	0,6			2° decade	1,3
	3° decade	0,0			3° decade	8,5
	TOTALE mese	10,9			TOTALE mese	27,6
Aprile	1° decade	15,0		Agosto	1° decade	0
	2° decade	58,0			2° decade	0
	3° decade	23,5			3° decade	47,5
	TOTALE mese	96,5			TOTALE mese	47,5
Maggio	1° decade	23,3		Settembre	1° decade	11,1
	2° decade	17,9			2° decade	8,9
	3° decade	29,2			3° decade	0
	TOTALE mese	70,4			TOTALE mese	20,0
Giugno	1° decade	21,2				
	2° decade	14,1				
	3° decade	0				
	TOTALE mese	35,3				

Fonte: Agri Lodi Bollettino mensile della Provincia di Lodi (www.provincia.lodi.it)



In totale le precipitazioni nel periodo della prova sono state di 308 mm di cui circa 140 mm concentrati nel periodo 20 marzo - 25 maggio, ed in linea con la piovosità decennale (1990-2009) come riportato da ARPA nel grafico mostrato sotto. Il 2011 invece fu anno molto siccitoso e anomalo con poco più di 25 mm nel medesimo periodo.



Fonte: L. Craveri Febbr 2012 ARPA Lombardia U.O. Meteoclimatologia Andamento agrometeorologico della campagna 2011.

In conclusione le precipitazioni sono state in media rispetto a quelle del periodo, però più concentrate nei mesi di Aprile e Maggio e supportate da un periodo lungo (3 settimane) di temperature elevate oltre la norma nei mesi di luglio/agosto. Tale condizione non è stata l'ottimale per la coltura di mais, che in generale, nell'areale Nord Italia ha sofferto per queste particolari condizioni. In questo caso il ricorso a tempestivi trattamenti antiparassitari (Nottua) e irrigazioni costanti ha scagionato un raccolto mediocre.

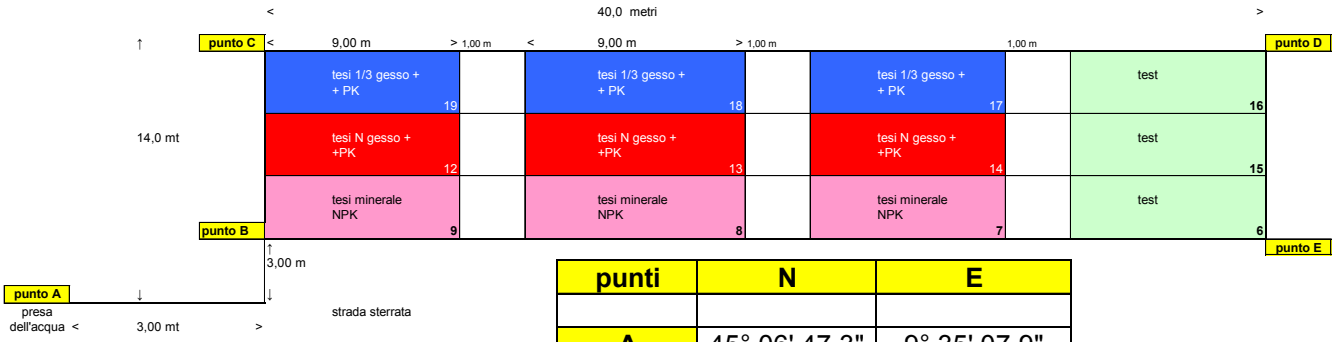
Operazioni colturali

30 marzo 2012

Visita e scelta del campo; delimitazione con riferimenti esterni; in base alle analisi nuove del gesso 0,267%N circa rispetto agli 0,88%N di Ottobre scelto di ridurre le parcelle come in figura. Effettuati i campionamenti (due per parcella con 3 sottocampioni ognuno: il 1° prelievo per le analisi di routine del suolo (C,N, pH, CaCO3, tessitura e C.S.C.) ed il 2° prelievo per l'analisi dei nitrati.

06 Aprile 2012: visita e georeferenziazione

Il giorno 06 Aprile visita con georefenziazione e ripicchettamento dell'area in previsione spargimento concime aziendale 3-4-5 liquido (concimazione d'impianto aziendale) nell'area limitrofa.



punti	N	E
A	45° 06' 47,3"	9° 35' 07,9"
B	45° 06' 47,4"	9° 35' 08,1"
C	45° 06' 47,7"	9° 35' 08,1"
D	45° 06' 47,6"	9° 35' 10,1"
E	45° 06' 47,3"	9° 35' 10,1"

17 Aprile 2012: visita e trasporto in azienda dei gessi. Il 16 aprile campionati, con l'ausilio di personale Agrosistemi , le quantità di gessi per la prova in campo.

Biosolfato SOLANA stoccato da 24 ott 2011 c/o Cà Morta e prelevato 10 aprile 2012						
		P	H2SO4 0,1N	N	N	media N
numero	nome	massa	titolaz ml	g/kg	%	%
	biosolfato	5,2965	9,90	2,617	0,262	**0,267**
	biosolfato	5,8855	11,30	2,688	0,269	
	biosolfato	5,3020	10,30	2,720	0,272	
	biosolfato	5,7080	10,90	2,673	0,267	

Visto che il titolo in azoto del gesso era diminuito rispetto all'ultimo controllo di marzo, si è reso necessario elevare le dosi collocandole in appositi contenitori di plastica. In totale sono stati trasportati in azienda 8,53 q.li di gesso. Contestualmente sono state ripetute i campionamento del suolo per l'analisi dei nitrati poiché erano caduti parecchi mm d'acqua dall'ultimo prelievo che così non risultava essere più così significativo.

Concimazione

La concimazione all'impianto delle nostre prove prevede le seguenti dosi:

kg/ha	kg/ha	kg/ha
180	100	120

che trasformate in concimi ed in dosi /parcella, tenendo conto dei titoli dei concimi e di quelli del gesso sono:

	concimazione all'impianto										test	
tesi 1/3 gesso + + PK	63	kg	gesso		63	kg	gesso		63	kg	gesso	
	1,47	kg	perfosfato		1,47	kg	perfosfato		1,47	kg	perfosfato	1,47 kg perfosfato
	1,12	kg	solfato K		1,12	kg	solfato K		1,12	kg	solfato K	1,12 kg solfato K
tesi N gesso + +PK	189	kg	gesso		189	kg	gesso		189	kg	gesso	
	1,47	kg	perfosfato		1,47	kg	perfosfato		1,47	kg	perfosfato	1,47 kg perfosfato
	1,12	kg	solfato K		1,12	kg	solfato K		1,12	kg	solfato K	1,12 kg solfato K
tesi minerale NPK	0,37	kg	urea		0,37	kg	urea		0,37	kg	urea	
	1,47	kg	perfosfato		1,47	kg	perfosfato		1,47	kg	perfosfato	1,47 kg perfosfato
	1,12	kg	solfato K		1,12	kg	solfato K		1,12	kg	solfato K	1,12 kg solfato K

La concimazione minerale sarà effettuata a mano, mentre i gessi saranno distribuiti con macchina apposita e subito interrati con fresatura. Per quanto riguarda la concimazione aziendale essa si è avvalsa di 20-25 q.li/ha del concime 3-4-5 (3%N) pari a circa 60 kgN/ha all'impianto a cui vanno aggiunti 3 q.li di urea (46%N) in copertura pari a 138 kgN/ha. TOTALE= 138+60= 198 ~ 200 kgN/ha. Sono stati distribuiti 80-100 kg di fosforo (espresso come P_2O_5) e 100-125 kg di potassio (espresso come K_2O).

23 aprile

Visita e distribuzione concimi minerali e gessi. I gessi (8,53 q.li) sono stati trasportati in azienda il giorno 17 aprile e tenuti in contenitori di plastica chiusi e coperti da telo di plastica. All'atto dello spargimento in campo (23 aprile) essi si presentavano ancora umidi al punto che la distribuzione ha necessitato di mescolare le dosi richieste con quantità di terreno secco preso occasionalmente vicino al campo per consentire uno spargimento più omogeneo nelle parcelle. Si è iniziato con la tesi 1/3Ngesso, poi con la tesi Ngesso; dopo lo spargimento a macchina i materiali sono stati omogeneizzati sul campo con rastrelli e badili. Poi si sono distribuiti a mano i concimi minerali. Alla fine l'agricoltore è passato con l'erpice interrando tutti i fertilizzanti (gessi e concimi minerali) in modo adeguato.



Figura. Distribuzione gessi in campo della coltura di mais.

07 maggio: semina mais

14 maggio ripicchettato il campo in vista della concimazione di copertura

22 maggio segnalati nel campo forti attacchi di Nottua, trattamento immediato con prodotti dedicati.

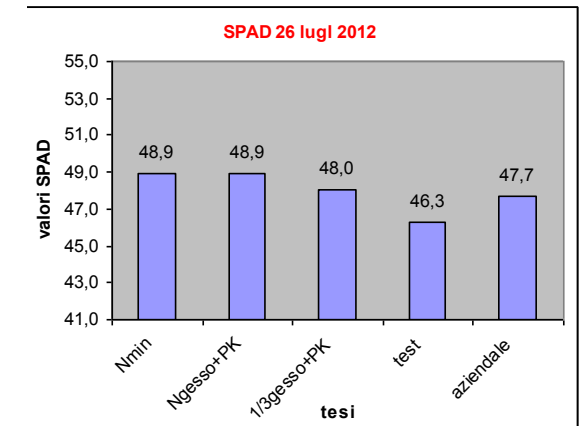
28 maggio situazione regolare; non ancora fatta la copertura azotata. Si aspetta la 5°-6° foglia del mais.

14 giugno copertura azotata con distribuzione di urea

26 luglio visita , dopo trattamento per diabrotica e piralide con DECIS (1/2L ad ha) e DIMILIN SC 15 (1L/ha); notato che la tesi test presenta parecchie foglie con carenza di azoto. Diffusi ancora diversi "colli d'oca" nelle radici segno dell'azione della diabrotica. Qualche segno di Helminthosporium. Misurato il tenore di clorofilla con Spad-metro su 5 piante a parcella (media di 3 misure). L'elaborazione non mostra differenze significative. Chiaramente il più basso è il test. Hanno risposto meglio a questo stadio (2 mesi e 12 giorni dall'emergenza) le tesi N (minerale e gesso);meno ben 1/3Ngesso e l'aziendale.Inoltre sulla 1°, 3° e 5° pianta fatto rilievi di altezza ultima foglia e altezza inserimento spiga. Non ci sono differenze statistiche. Gli inserimenti più elevati per l'aziendale ed N gesso+PK; meno bene Nmin ed 1/3Ngesso.







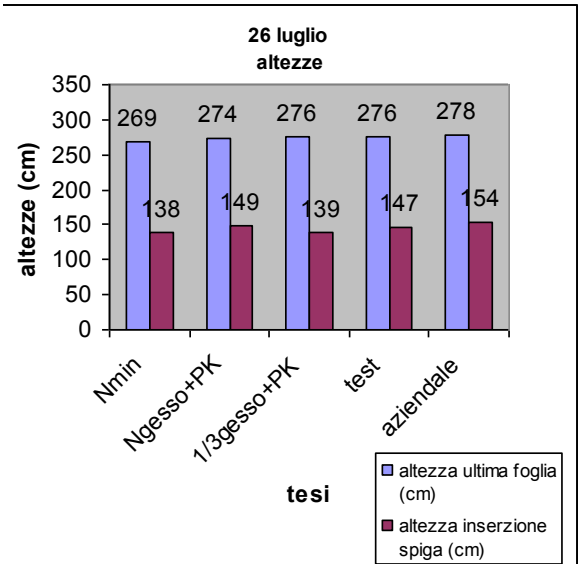
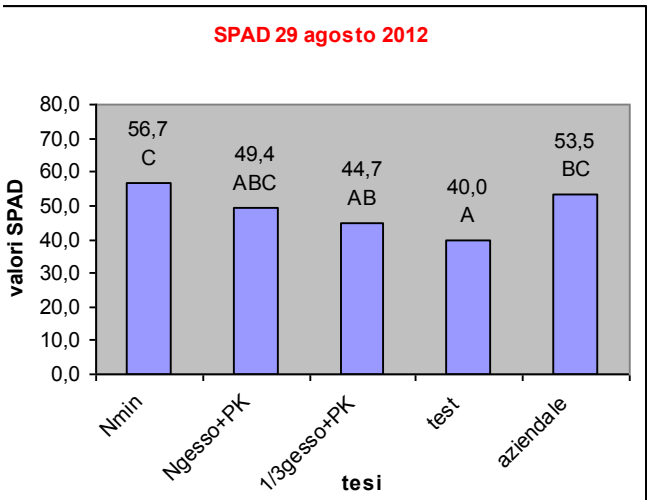
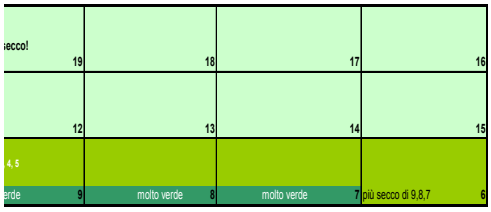


Foto: misura e dati del contenuto di clorofilla; foto e dati misura altezze piante.

29 agosto 2012 Misura del contenuto di clorofilla Si osservano aree più irrigate di altre (es. quella vicino allo stradello rispetto al centro del campo). I valori degli SPAD stavolta mostrano differenze significative con P<0.01, mettendo ai primi posti le tesi Nmin, aziendale ed Ngesso. Esse sono seguite dalla tesi 1/3Ngesso che valori simili al test

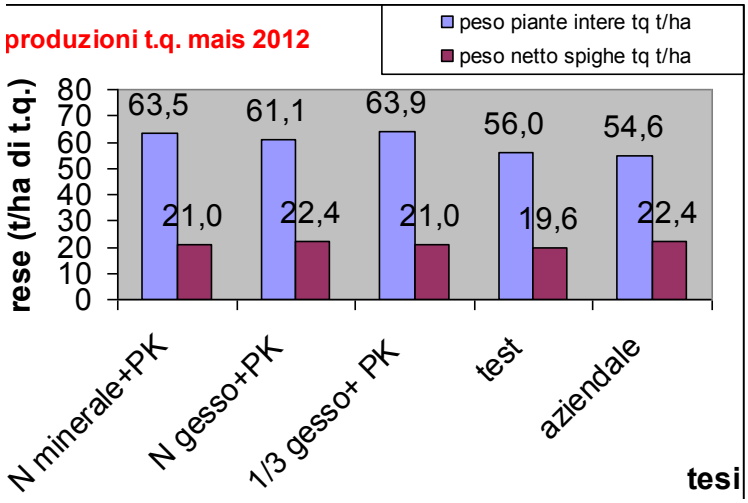




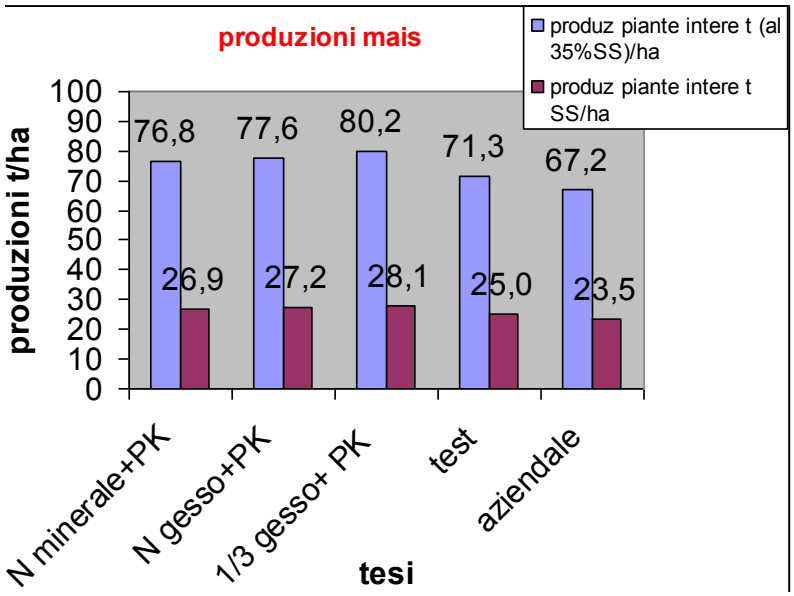
DATI PRODUTTIVI

Dati rese produttive

Con la visita del 10 settembre, sono state raccolte 5 piante a parcella, pesate intere, poi contate e pesate le spighe. Inoltre sono state raccolte 2 piante aggiuntive, portate in laboratorio, pesate fresche e trinciate; quindi seccate in stufa per 3 giorni a 95°C e pesate per il secco. Vengono presentati i dati relativi alle produzioni di piante intere e spighe t.q. (espresse in t/ha) dove non si notano differenze statistiche di rilievo tra le tesi anche se la tesi 1/3Ngesso sembra quella che produca la maggiore biomassa; come granella invece le migliori sono Ngesso+PK e la tesi aziendale.



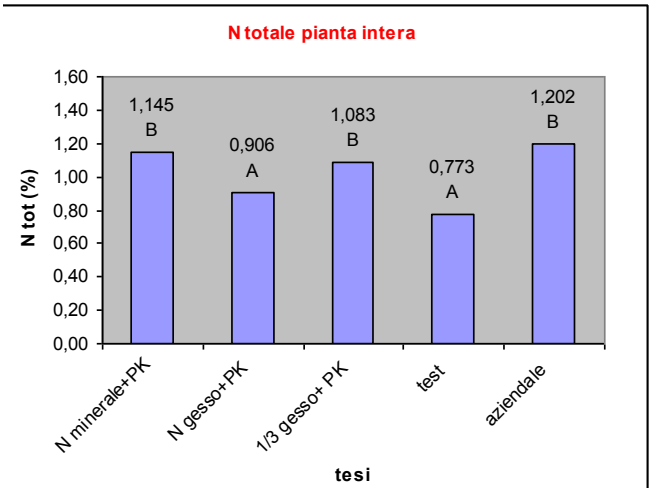
Riportando il dato produttivo su una base comune di secco (35%SS o %SS) non si notano differenze significative tra le tesi. Occorre però dire che al livello più elevato si situa la tesi 1/3Ngesso+PK seguita da una coppia (Ngesso+PK e Nmin+PK) e dal test. Il valore dell'aziendale è da prendersi con cautela in quanto sussistevano zone ad ampia variazione di umidità (da irrigazione) e le piante sono state prelevate forse in una zona particolarmente secca. Il campo comunque era disomogeneo per la quantità d'acqua ricevuta.



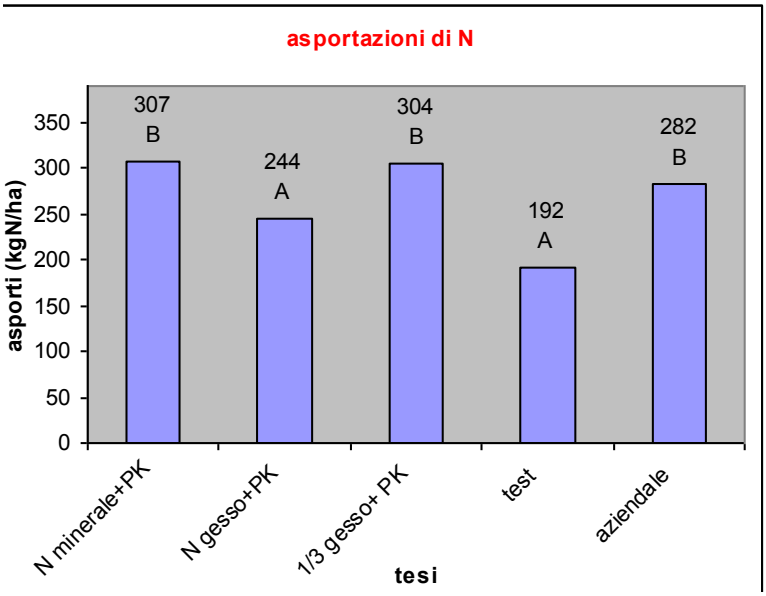
Concludendo si può dire che il somministrare all'impianto 1/3 di N in forma di gesso seguito, in copertura da urea, si è dimostrata scelta opportuna, anche se l'altra scelta del gesso N tutto all'impianto ha prodotto come un minerale tradizionale splittato (1/3Nmin all'impianto e 2/3Nmin in copertura). Occorrerà valutare con le analisi dell'azoto le asportazioni e allora si potrà effettuare un bilancio più preciso dell'assorbimento e uso dell'elemento fertilizzante.

Contenuti e asportazioni di azoto su pianta intera

I contenuti di azoto su pianta intera vedono tre tesi su tutte: l'aziendale (1,202%), la tesi minerale + PK (1,145%) e la tesi 1/3N+PK (1,083%) seguite, a distanza significativa del P<0.01 dalla tesi N gesso + PK (0,906%) e dal test (0,773%).

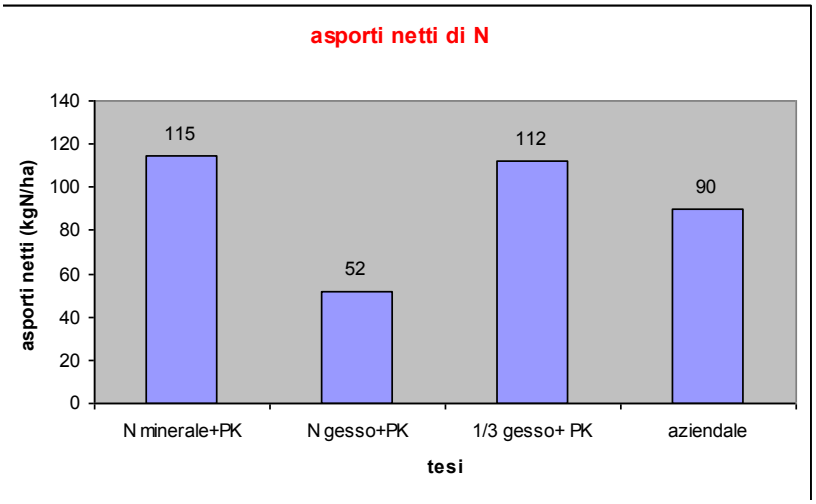


Se si esaminano le asportazioni (espresse in kgN/ha) le quali tengono conto delle produzioni c'è sempre differenza statistica tra le tesi (con P<0.01) però al primo posto troviamo la tesi min N +PK (307) seguita da 1/3N gesso +PK (304) e dalla tesi aziendale (282); più distanti anche significativamente (P<0.01) la tesi N gesso + PK (244) ed il test (192).

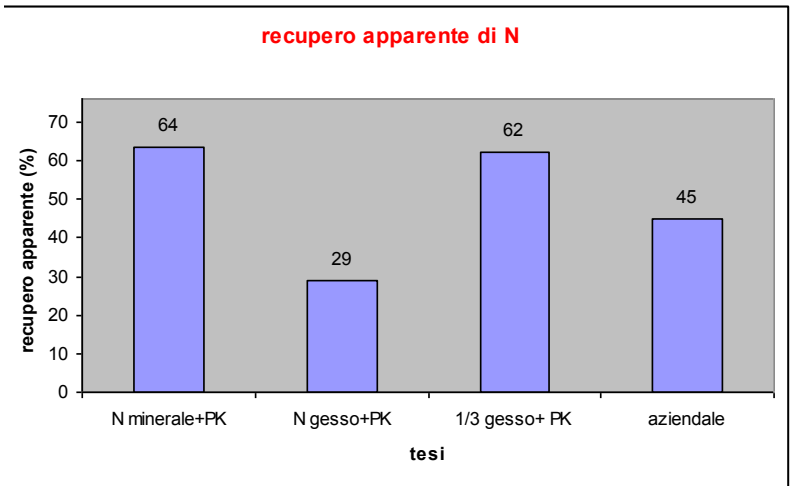


Asporti netti a recupero apparente per l' azoto

Se si esaminano le asportazioni (kgN/ha) dovute solo agli apporti fertilizzanti, l'esame degli asporti netti, pur non mostrando statisticamente differenze a causa di alta dispersione dati, fa capire che 3 tesi si distinguono : la tesi N min + PK (115), tesi 1/3N + PK (112) e aziendale (90), mentre è in ritardo la tesi N gesso (52).



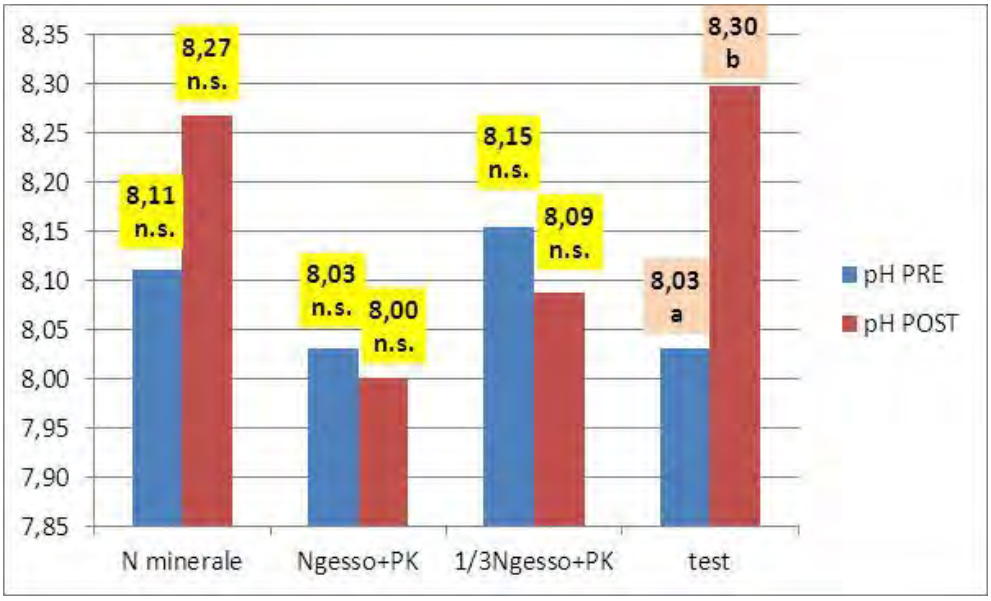
Se si esaminano gli apporti di azoto (180 kgN/ha) per le 3 tesi testate e 200 kgN/ha per la tesi aziendale, il calcolo dell'efficienza dell'azoto ci porta a dire che 2 sono le tesi a miglior efficienza: tesi N min +PK (64%) e 1/3Ngesso (62%), seguite dall'aziendale (45%) penalizzata da una maggior dose di N impiegato e dalla tesi N gesso (29%).



DATI RELATIVI AL TERRENO.

CONFRONTO SITUAZIONE PRE-POST COLTURA

pH: confronto PRE-POST



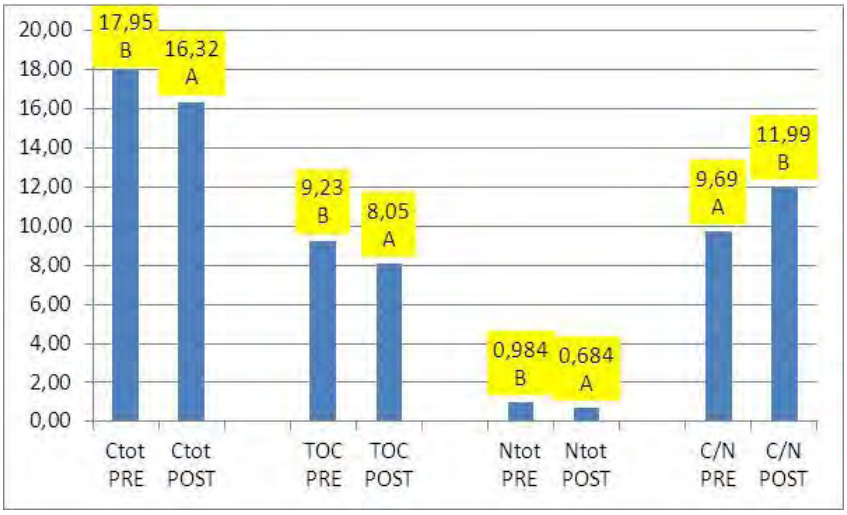
Il pH iniziale del terreno era subalcalino con una media generale di 8,08 ± 0,095. I gessi che a Ottobre avevano un pH elevato (12,53) lo hanno abbassato a valori inferiori nella permanenza in cumulo all'aperto nel periodo Ottobre-aprile, data dell'impiego. Si osserva che senza l'apporto dei gessi la pratica colturale andante (tesi minerale e ancor più il test) tendono ad aumentare il pH verso valori di alcalinità, più sfavorevoli per le pratiche agricole in uso nel sito (pomodoro e mais). Viceversa, anche se non in modo significativo, l'apporto di questo tipo di gessi contrasta l'alcalinizzazione e consente al pH valori ottimali per le colture in uso. Pertanto l'uso dei gessi, in questa ottica, va riguardata come aspetto agronomico positivo.

Parametri fertilità (Corg ,Ntot) PRE-POST prova

PRE				sostanza		
MAIS		Ctot	Corg	organica	Ntot	C/N
tesi	numero	g/kg	g/kg	%	g/kg	
N minerale	9	17,27	8,07	1,39	0,901	9,0
+PK	8	17,54	8,91	1,54	0,811	11,0
	7	16,88	7,46	1,29	0,958	7,8
media		**17,23**	**8,14**	**1,40**	**0,89**	**9,24**
stdev		**0,328**	**0,725**	**0,125**	**0,074**	**1,618**
N gesso	12	18,43	9,64	1,66	0,902	10,7
+PK	13	17,10	8,69	1,50	1,139	7,6
	14	18,91	10,01	1,73	0,912	11,0
media		**18,14**	**9,44**	**1,63**	**0,98**	**9,76**
stdev		**0,938**	**0,681**	**0,117**	**0,134**	**1,855**
1/3 gesso	19	16,47	8,38	1,44	1,247	6,7
+ PK	18	19,16	10,85	1,87	0,824	13,2
	17	17,83	10,42	1,80	1,351	7,7
media		**17,82**	**9,88**	**1,70**	**1,14**	**9,20**
stdev		**1,346**	**1,318**	**0,227**	**0,279**	**3,466**
test	6	17,64	7,16	1,23	0,762	9,4
	15	18,31	9,65	1,66	1,192	8,1
	16	19,91	11,50	1,98	0,809	14,2
media		**18,62**	**9,44**	**1,63**	**0,92**	**10,57**
stdev		**1,168**	**2,178**	**0,375**	**0,236**	**3,225**
MEDIA tot		**17,95**	**9,23**	**1,59**	**0,98**	**9,69**
STDEV tot		**1,018**	**1,349**	**0,233**	**0,197**	**2,348**

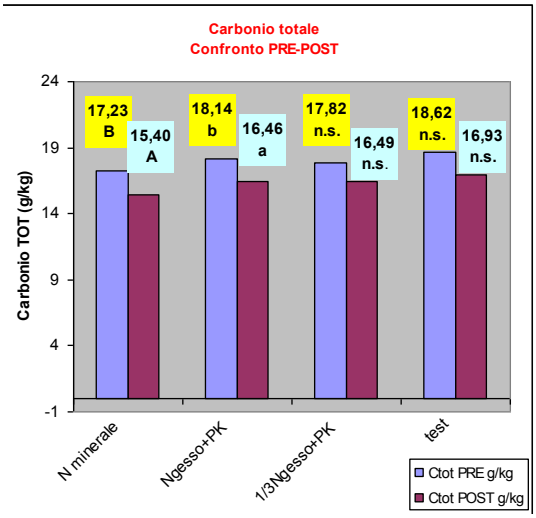
POST		POST	POST	POST	sostanza		
MAIS		Ctot	Cinorg	Corg	organica	Ntot	C/N
tesi	numero	g/kg	g/kg	g/kg	%	g/kg	
N minerale	9	15,10	8,14	6,96	1,20	0,546	12,8
+PK	8	15,77	8,22	7,55	1,30	0,538	14,0
	7	15,32	8,45	6,87	1,18	0,536	12,8
media		**15,40**	**8,27**	**7,12**	**1,23**	**0,54**	**13,20**
stdev		**0,340**	**0,163**	**0,368**	**0,063**	**0,005**	**0,719**
N gesso	12	16,15	7,62	7,62	1,31	0,571	13,3
+PK	13	16,15	7,87	7,87	1,36	0,718	11,0
	14	17,08	8,52	8,52	1,47	0,803	10,6
media		**16,46**	**8,00**	**8,00**	**1,38**	**0,70**	**11,63**
stdev		**0,537**	**0,461**	**0,461**	**0,079**	**0,117**	**1,490**
1/3 gesso	19	16,21	7,67	8,54	1,47	0,719	11,9
+ PK	18	16,30	7,54	8,76	1,51	0,844	10,4
	17	16,94	7,71	9,24	1,59	0,887	10,4
media		**16,49**	**7,64**	**8,85**	**1,53**	**0,82**	**10,89**
stdev		**0,400**	**0,089**	**0,355**	**0,061**	**0,087**	**0,850**
test	6	16,94	9,07	7,88	1,36	0,551	14,3
	15	16,86	8,85	8,01	1,38	0,730	11,0
	16	16,98	8,19	8,78	1,51	0,767	11,4
media		**16,93**	**8,70**	**8,22**	**1,42**	**0,68**	**12,24**
stdev		**0,059**	**0,454**	**0,487**	**0,084**	**0,116**	**1,798**
MEDIA tot		**16,32**	**8,15**	**8,05**	**1,39**	**0,68**	**11,99**
STDEV tot		**0,670**	**0,497**	**0,738**	**0,127**	**0,130**	**1,413**

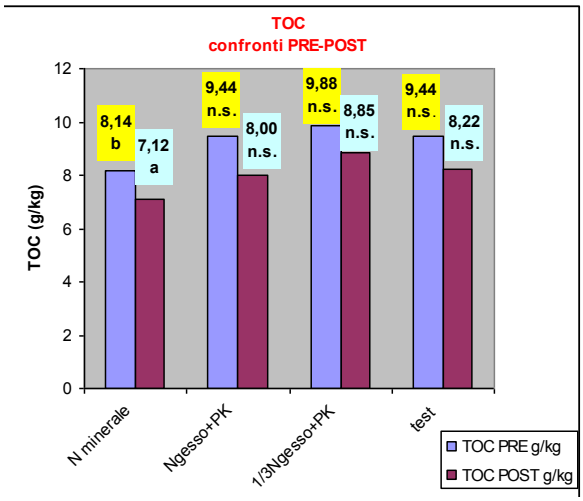
L'esame statistico dei dati porta a fare le seguenti osservazioni.



Nonostante le concimazioni azotate e anche un esiguo apporto di sostanza organica, una coltura esigente come il mais su un terreno povero di sostanza organica finisca per impoverire la fertilità del terreno stesso, con un consumo maggiore di N che di carbonio, come è evidenziato dal fatto che il rapporto C/N aumenta invece di rimanere costante se il consumo di C ed N fosse state uguale.

Carbonio totale e carbonio organico totale (TOC).

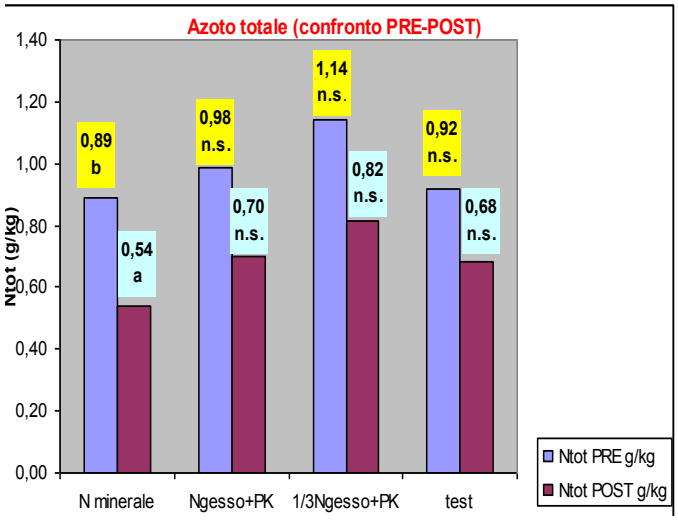


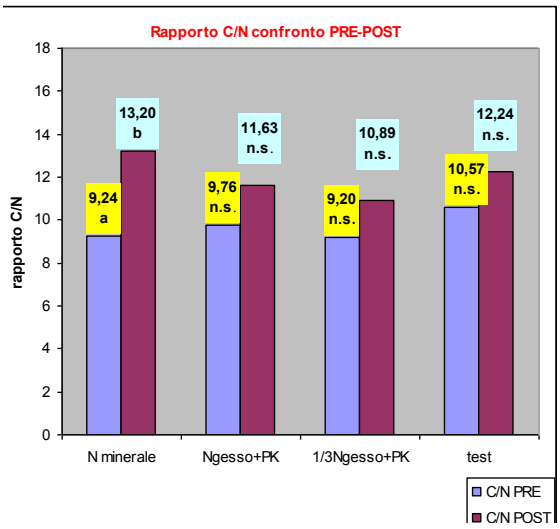


L'analisi dei dati evidenzia sempre un calo netto di carbonio sia totale che organico (TOC) sempre significativo nella tesi tradizionale (N minerale); per le altre tesi solo la N gesso+PK e solo per il Ctot c'è calo significativo; le altre tesi mostrano sì delle diminuzioni ma esse sono più contenute.

Si può dire che, a fronte di un calo generale del carbonio sia totale che organico durante la prova, la tesi 1/3N gesso + PK è stata quella che ha contrastato meglio il naturale calo osservato con la tesi tradizionale. Per rimediare questa carenza di sostanza organica che va aumentando con colture esigenti (come il mais) occorrerebbero apporti cospicui per riportare il valore della sostanza organica almeno al 2,0-2,5%.

Contenuti di azoto e rapporto C/N

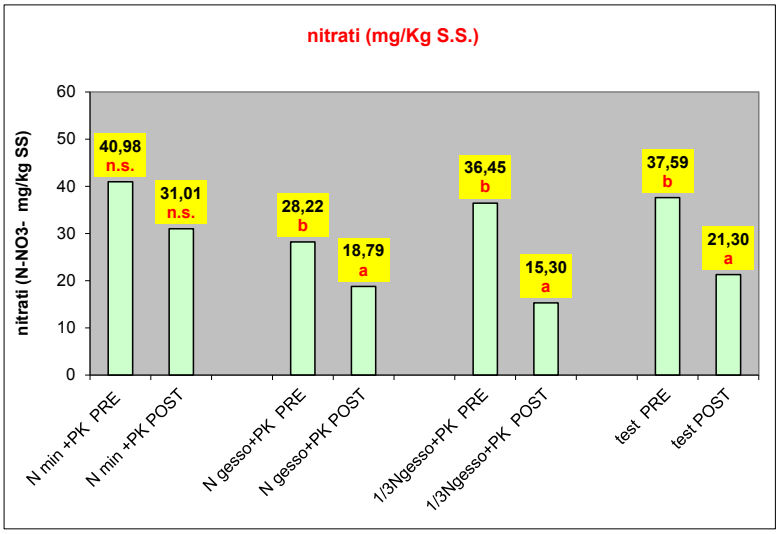




Le stesse anomalie osservate per il carbonio, si osservano per l'azoto, che vede un calo significativo ($P<0.05$) solo nella tesi tradizionale mentre le diminuzioni sono più contenute nelle altre tesi. A conferma di ciò e della bontà dell'azione del gesso è il rapporto C/N che passa da valori normali a valori "anomali" per le due tesi tradizionale ed il test (da 9,24 a 13,20 e da 10,57 a 12,24 rispettivamente), mentre nelle due tesi con gesso al massimo si raggiunge un valore di 11,63, più consono ad un suolo agrario. Si può dire che qui i gessi consentono al suolo di mantenere un suo equilibrio nel rapporto carbonio/azoto non sbilanciandolo come avviene nella tesi tradizionale.

L'andamento dei nitrati nel PRE/POST

Si osserva che il contenuto di nitrati dopo la prova subisce un calo in tutte le tesi, ma in modo più evidente e statisticamente significativo nelle tesi con i gessi (Ngesso+PK e 1/3N gesso+PK); pertanto la fertilizzazione con gesso su questo terreno si può ritenere essere stata ambientalmente sostenibile per l'uso dell'azoto, in quanto tutto l'azoto fornito è stato completamente assorbito dalla coltura e non restano eccedenze non utilizzate nel suolo.



CONCLUSIONI PROVA A MAIS

L'andamento agrometeorologico è stato caratterizzato da un prolungato periodo di temperature elevate nei mesi di luglio-agosto a da siccità per cui l'azienda ha provveduto con costanti irrigazioni periodiche (ogni 2-3 giorni con dosi di 20 mm l'una). Nonostante ciò la presenza nel campo di piccoli avvallamenti non ha consentito un utilizzo uniforme dell'acqua distribuita, con zone più secche alternate a zone più umide che si sono riflesse nel contenuto d'umidità e nella crescita delle piante. A ciò si aggiunga un'iniziale problema parassitario di Nottua, subito rintuzzato e assenza di altri problemi (piralide etc) dovuto a tempestivi interventi in epoca giusta.

FOTOSINTESI E ALTEZZE PIANTE

Le due misurazioni di clorofilla effettuate con SPAD-metro il 26 luglio ed il 29 agosto hanno messo in evidenza contenuti maggiori di clorofilla nelle tesi Nminerale, Ngesso e aziendale, seguite dalla tesi 1/3Ngesso. L'altezza delle piante, misurata il 26 luglio, è stata buona per tutte le tesi, in ordine decrescente: tesi aziendale> 1/3Ngesso+PK> Ngesso +PK > N minerale.

PRODUZIONI

Le produzioni di mais trinciato raccolto il 10 settembre evidenzia il valore più elevato per la tesi 1/3Ngesso (2,81 t SS/ha), seguite dalla tesi N gesso (27,2 t SS/ha) e da N minerale (26,9 t SS/ha). Le asportazioni di azoto vedono come valori più elevati un valore di 307 kgN/ha (tesi N minerale), 304 kgN/ha (tesi 1/3Ngesso) e 284 kg N/ha (tesi aziendale) con recuperi apparenti di azoto del 64% (tesi N minerale), 62% (tesi 1/3Ngesso), 45% (aziendale) e 29% (N gesso).

IL SUOLO NEL PRE-POST COLTURA

L'uso dei gessi ha contrastato una naturale tendenza all'alcalinizzazione del suolo con questa coltura, mantenendo i valori di pH attorno a 8,0, mentre nella tesi N minerale l'aumento è da pH 8,11 a 8,27 e ancora più marcato per il test. Per il carbonio organico c'è stata diminuzione significativa ($P<0.05$) per la tesi con nessun apporto di sostanza organica (tesi N minerale), un po' meno marcata per le tesi con gesso. Occorre dire che il suolo è povero di sostanza organica, è sabbioso, con bassa capacità di scambio e trattenimento dei nutrienti, e occorrerebbero apporti consistenti di sostanza organica per migliorarne la fertilità chimica. Per l'azoto vale il discorso appena fatto per il carbonio. Per il rapporto C/N le uniche due tesi dove esso mostra nel post-coltura valori ragionevoli (10,89 per tesi 1/3Ngesso e 11,63 per la tesi Ngesso) ; nelle altre tesi il rapporto C/N va oltre i 12, per un eccessivo consumo di azoto rispetto al carbonio e ciò sarebbe da evitare in futuro. Da un punto di vista ambientale le tesi con uso di gesso hanno evidenziato cali del tenore dei nitrati più marcati del calo osservato per la tesi minerale pertanto la fertilizzazione con gesso su questo terreno si può ritenere essere stata ambientalmente sostenibile per l'uso dell'azoto, in quanto

tutto l’azoto fornito è stato completamente assorbito dalla coltura e non restano eccedenze non utilizzate nel suolo.

CONCLUSIONI GENERALI

A commento generale delle prove è opportuno fare le seguenti considerazioni:

1°) ***è stata verificata la possibilità reale di trasformare un rifiuto (fango di depurazione acque impianto azienda Solana di trasformazione del pomodoro) in un fertilizzante*** (biosolfato che rientra nei correttivi calcici secondo l'attuale normativa di Legge vigente (D.Lgs 29 aprile 2006 n° 217) con valori di Ca (espresso come CaO di 24,66% - soglia minima di Legge di 20%) e di S (espresso come SO_3 di 15,57% - soglia minima di Legge di 15%);

2°) ***il biosolfato impiegato appena prodotto (prova a frumento; partenza Ottobre 2011)*** ha evidenziato contenuti modesti di N (0,88%) e di carbonio totale (5,0%); esso ha comunque assicurato, su un terreno neutro, franco-argilloso, di buona fertilità chimica e buona capacità di scambio cationico, con la tesi 1/3Ngesso valori di tutto rispetto per le rese produttive e per l' *"apparent recovery"* % per l'azoto, comparabili , e a volte superiori, a quelle ottenute con una tradizionale concimazione (sia aziendale che tesi N minerale). Le altre due tesi con gesso hanno dato risultati inferiori di apparent recovery. In questa prova l'impiego dei gessi ha contrastato la naturale acidificazione del suolo, mantenendo la dotazione iniziale del carbonio e lasciando anche azoto residuo per la coltura successiva (per due delle tre tesi con gessi). Inoltre ha contribuito a migliorare il rapporto C/N.

3°) il biosolfato impiegato dopo 6 mesi dalla produzione (prova a mais; partenza Aprile 2012), ha sofferto della permanenza in cumulo all'aperto e delle inevitabili perdite di azoto (sotto forma ammoniacale) riducendo il suo titolo in N da 0,88% a 0,256%. Ciononostante, la prova, condotta su un suolo franco-sabbioso, con pH subalcalino, con bassa fertilità chimica (sostanza organica uguale circa a 1,6%) e con bassa capacità di scambio cationico (10 $cmol_{(+)}$/kg) ha messo in luce alcune proprietà del biosolfato per quanto riguarda il raggiungimento, nelle tesi con impiego dei gessi, di buoni livelli di attività fotosintetica ed altezza piante, con valori simili a quelli osservati per la tesi aziendale. Anche la produzioni di trinciato, soprattutto la tesi 1/3Ngesso, sono state di tutto rilievo, così come le asportazioni ed il recupero apparente per l' N (64% ottenuto con la tesi N minerale contro un valore di 62% per la tesi 1/3Ngesso). Nel suolo l'uso dei gessi ha contrastato una naturale tendenza all'alcalinizzazione del suolo, osservata nella tesi N minerale; nel corso della prova si è osservato un calo generale di carbonio, più evidente nella tesi N minerale (significativo con $P<0.05$) che non nelle tesi con gessi, l'uso dei quali ha contribuito a migliorare il rapporto C/N portandolo verso valori di 10-11, anziché valori maggiori di 12 come osservato per la tesi minerale. Inoltre la tesi 1/3N gesso ha realizzato una riduzione significativa del contenuto dei nitrati a fronte di una costanza osservata nel pre-post per le altre tesi e ciò va riguardato positivamente.

Si ritiene comunque che questo terreno possa essere migliorato in futuro negli aspetti della fertilità chimica e della struttura, per mezzo di apporti consistenti di sostanza organica, in grado di portare il valore della medesima al di sopra del 2% (dopo la prova il valor medio nell'areale di campo è sceso da 1,6% a 1,3%); ciò potrebbe essere realizzato anche con il biosolfato da fanghi prodotti dalla ditta SOLANA, che oltre al carbonio organico, apporterebbero utili quantità di azoto, consentendo così un discreto risparmio di concimi chimici di sintesi, oltre ad un probabile aumento delle rese produttive.

Ringraziamenti:

L'Istituto di Chimica Agraria e Ambientale, resta a disposizione della ditta SOLANA, per approfondire e/o verificare ipotesi di lavoro concernenti sottoprodotti della lavorazione del pomodoro e ringrazia il Direttore, dr. Casana Antonio, per aver voluto esplorare questa nuova possibilità applicativa di questa tecnologia atta a trasformare rifiuti in fertilizzanti per l'agricoltura.

Inoltre si ringraziano: il sign. Repetti e figli per la prova a frumento, e i sigg. Biancardi Carlo e Lombardi Alberto per la prova a mais, per il loro prezioso lavoro di campo; la dott.ssa Chiara Cassinari, per l'attività svolta come collaboratrice di campo e laboratorio; il Direttore dell' Istituto di Chimica Agraria e Ambientale prof. Marco Trevisan per la supervisione generale ed i preziosi commenti. Infine, ma non ultimo come importanza, il dr. Fabio Cella (responsabile della ditta Agrosistemi) per la realizzazione dei materiali e per la preziosa collaborazione fornita nelle prove.

Piacenza lì, 21 dicembre 2012 ***Il responsabile della ricerca***

dott. Claudio Baffi