



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

Relazione finale della commessa di ricerca tra C.R.A.S.T. e SYNGEN s.r.l. circa la valutazione degli effetti fertilizzanti dell'utilizzo del correttivo "gesso di defecazione" denominato Gran Fondo su terreni alcalini dell'azienda Marcabò dei sigg.ri Boscolo, in località Casalborsetti (Ravenna).

La ricerca in oggetto è iniziata il 01 febbraio 2016 e terminerà il 31/12/2016, come risulta dall'allegato tecnico.

Di seguito verranno illustrati i seguenti aspetti:

- 1) *Il prodotto;*
- 2) *Il terreno delle prove;*
- 3) *Il piano sperimentale;*
- 4) *La conduzione della prova;*
- 5) *I risultati produttivi;*
- 6) *Il terreno prima e dopo la prova: confronto principali parametri chimico-fisici;*
- 7) *Considerazioni conclusive*
- 8) *Ringraziamenti*

Tutte le Tabelle e le Figure sono raccolte in ordine di citazione nell'ALLEGATO 1, al termine della relazione.

- 1) *Il prodotto.* Il prodotto impiegato nelle prove rappresenta una variante rispetto al tradizionale correttivo standard prodotto dalla ditta Syngen, un correttivo calcico con nome commerciale "biosolfato", che è un gesso di defecazione ottenuto dal trattamento con calce e acido solforico di fanghi della depurazione urbana, in un reattore, dove sono controllati tutti i parametri del processo e che ha già ottenuto il brevetto relativo di esercizio. Questo nuovo prodotto, *denominato Gran Fondo*, è sempre stato ottenuto con la stessa tecnologia, ma a partire da una miscela di fanghi di depurazione urbana e compost per consentire un innalzamento del titolo in carbonio organico e quindi di sostanza organica, in vista di un più proficuo uso in agricoltura, non solo come un correttivo ma anche come fertilizzante. L'applicazione della tecnologia ai nuovi materiali di partenza ha richiesto alcune



varianti, tra cui la principale è stata una somministrazione addizionale finale di calce per “spegnere” la fermentazione residua del prodotto osservata a fine preparazione. Ciò ha elevato il titolo in Ca del prodotto, le cui analisi sono mostrate in **Tab 1**. Da esse si evince che il pH è subacido (6,53), il contenuto di sostanza secca del 62,46% con un’umidità del 37,54%; il contenuto di azoto totale era del 1,42% sulla sostanza secca e dello 0,887% sul tal quale; il contenuto di fosforo totale (0,94% come P_2O_5) e del potassio (0,44% come K_2O) erano buoni; il contenuto totale di calcio era di 16,23% (come CaO), il contenuto totale di zolfo del 16,05% (come SO_3); il valore dei carbonati totali era alto (circa 16% $CaCO_3$). Il contenuto di carbonio organico era del 22,7% (come C), maggiore che nei prodotti (18,3% come C).

2) **Il terreno delle prove** La prova agronomica è stata effettuata sui terreni dell’azienda Marcabò del sign. Boscolo a Casalboretto (RA) (**Fig 1**) (coordinate geografiche DMS 44° 25’ 4,44’’ N, 12° 11’ 58,92’’ E, altitudine 4,0 m s.l.d.m.); tra i suoli aziendali si annoverano, secondo il catalogo <http://geo.regione.emilia-romagna.it/geocatalogo/>, reperibile sul portale Cartpedo della Regione Emilia Romagna, due tipologie di suoli:

a) **Entisuoli**, costituiti da suoli prevalentemente sabbiosi su dune di cui fa parte la serie **CERBA (CER3)** Aquic Ustipsamments (Soil Taxonomy, 1994), Calcaric Arenosols (FAO 1990) e la serie **S.VITALE** Typic Ustipsamment mixed, mesic (Soil Taxonomy, 1994) Aridic Calcaric Arenosols (FAO 1990);

b) **Inceptisuoli**, costituiti da suoli con elevate percentuali di argilla e limo e bassa percentuali di sabbia, qui rappresentati dalla serie **MARCABO’** Aquic Haplustept fine silty, mixed, active, mesic (Soil Taxonomy, 1994), HypoGleyic Calcaric Cambisol (FAO 1990).

Il campionamento iniziale (effettuato il 24 febbraio 2016) e la successiva determinazione dei principali parametri chimico-fisici (**Tab 2**) ne ha attribuito l’appartenenza alla serie Marcabò degli Inceptisuoli. A commento dei dati si può dire che il pH è alcalino (8,09), il contenuto di carbonati elevato (circa 20% $CaCO_3$), discreto il valore del contenuto di azoto totale (0,14%), buono quello del carbonio organico (15 mg/kg) che porta ad un buon valore della sostanza organica (circa 2,6%); la tessitura è molto sbilanciata sulla componente limo-argillosa (rispettivamente 49% limo e 46% argilla) lasciando alla sabbia solo un 5%; ciò rende il terreno molto pesante e con difficoltà di drenaggio. I contenuti di fosforo assimilabile sono elevati (168 mg/kg P_2O_5) che rendono inutili ulteriori concimazioni fosfatiche. La conducibilità è stata mediamente di 3,91 dS/m, valore di poco inferiore alla soglia di salinità (4,0 dS/m), anche se alcuni dei 45 campioni



inizialmente esaminati per il calcolo del valor medio di campo, sono risultati $> 4,0$ dS/m. La capacità di scambio cationica buona ($22,14 \text{ cmol}_{(+)}\text{/kg}$). Il parametro ESP (exchangeable sodium percentage) vale in media $6,77$ perciò è < 15 valore soglia per poter affermare che un suolo è sodico. In conclusione un suolo argillo-limoso, a reazione alcalina con discrete quantità di N e sostanza organica; molto dotato di P e K; non salino, né sodico con una buona capacità di scambio cationica.

3) *Il piano sperimentale*

Scopo delle prove era quello di valutare l'efficacia fertilizzante dell'azoto contenuto nel correttivo "gesso di defecazione" denominato "GRAN FONDO" a confronto con una tesi con concimazione tradizionale; le colture scelte sono state tre: girasole, pomodoro e mais, dove il girasole ed il pomodoro hanno sostituito le colture inizialmente scelte cioè la barbabietola da seme e la soia, sostituite perché non più ritenute idonee a quella tipologia di suolo dopo accertamento analisi terreno. *Il piano sperimentale* è stato costruito essenzialmente sull'azoto, trascurando intenzionalmente gli apporti di fosforo e potassio, i cui contenuti nel suolo si sono rivelati all'analisi molto alti e quindi più che sufficienti a soddisfare i fabbisogni delle colture. Le tesi, per ogni coltura, sono state predisposte con un'ugual apporto totale di N, tranne il testimone non concimato, e sono state costruite come segue: 4 tesi ad apporto crescente di Gran Fondo in presemina (dose 1, 2, 3 e 4), tesi minerale e testimone. Le dosi sono mostrate in **Tab. 3**. In presemina alla tesi minerale è stato somministrato N in forma di urea ($46\%N$), mentre la copertura azotata per tutte le tesi interessate è stata fatta a base di nitrato ammonico ($26\%N$).

- 4) *Per la conduzione della prova* ci si è valse della manodopera locale (agricoltore e collaboratori) che hanno provveduto alla semina/trapianti delle colture in data 5 maggio 2016 e alle operazioni di diserbo e irrigazione su nostre indicazioni. Sono state fatte visite periodiche da parte nostra, oltre al normale monitoraggio compiuto dall'agricoltore locale. Durante queste visite si è accertato lo stato di avanzamento delle colture ed eventuali problemi dovuti ad agenti meteorologici o fitopatologici. Sono stati fatti anche rilievi di altezze e tenori in clorofilla (dati riportati nella precedente relazione intermedia). *L'andamento agrometeorologico* ha evidenziato per le temperature (medie, max e min) andamenti simili a quelle degli ultimi 30 anni (1986 – 2015) (**Fig 2**), mentre la piovosità è stata particolarmente elevata (> 600 mm annui contro medie di circa 490 mm registrati in 10 anni di dati disponibili (2001- 2009) (**Fig 3**); questa eccessiva piovosità ha causato un'insorgenza maggiore di malattie fungine alle colture contribuendo alla base rese produttive riscontrate in campo.



La raccolta finale, eseguita manualmente su aree di saggio, è stata fatta il 31 agosto 2016 e il 12 settembre 2016 sono stati fatti i campionamenti del terreno post raccolta. Tutte le analisi chimiche sono state effettuate presso l' Istituto di Chimica Agraria e Ambientale afferente al CRAFT.

- 5) **RISULTATI PRODUTTIVI** . In generale la crescita delle colture, dopo un periodo iniziale incerto, dovuto alla natura del terreno che ne ha ritardato l'emergenza, soprattutto per il girasole, ha proceduto regolarmente; solo il pomodoro ha risentito di 1-2 settimane di relativa siccità in giugno e ha sofferto per mancati interventi tempestivi. Il mais, così come il girasole, ha risentito di attacchi di piralide e della presenza di molte specie di uccelli (es. colombacci) che hanno procurato forti danni alle spighe di mais ed alle calatidi del girasole. In considerazione di questi eventi, le produzioni finali delle tre colture, che non erano colture di pieno campo, nonostante il monitoraggio continuo e le azioni di diserbo, sono risultate ben al di sotto delle medie delle rese di campo locali, per cui non verrà fatto un confronto con queste ultime ma solo all'interno della produzione areale di campo, valutando come riferimento la tesi a concimazione minerale tradizionale.

Rese pomodoro. Le rese (q.li/ha) sono presentate in **Fig. 4**; qui il riferimento è la tesi minerale con una produzione di 453 q.li/ha; al suo livello statistico stanno due tesi con uso di prodotto: la tesi 2 (55%N da BIO in PRE) con 460 q.li/ha e la tesi 1 (30%N da BIO in PRE). Ben distanti anche statisticamente stanno le altre due tesi con le dosi più alte di prodotto: la tesi 4 (100%N da BIO in PRE) con 363 q.li/ha e la tesi 3 (77%N da BIO in PRE). Ciò evidenzia che per il pomodoro hanno funzionato meglio basse dosi di prodotto fino al 55%N somministrato in PRE; alte dosi non hanno dato risultati positivi. La percentuale di bacche verdi e marce segue lo stesso trend delle produzioni e non vien qui riportata. Per il grado °Brix (**Fig. 5**) misurato sulle bacche rosse fresche occorre dire che i valori sono molto alti, rispetto a valori tradizionali (circa 4-5), a testimoniare le scarse rese prodotte e sono decrescenti per dosi di prodotto somministrato in PRE crescenti; quindi minore è il Brix, migliore è la qualità del prodotto; qui si osserva che la dose 4 (100%N da BIO in PRE) è quella che con 6,52 si è avvicinata di più come qualità (gradi Brix) a quella della tesi minerale (6,18); le altre tesi hanno fatto osservare valori più elevati, maggiori alle dosi più basse di prodotto somministrato in PRE. Per il pomodoro quindi si può dire che anche se la coltura non è la più adatta per il terreno in studio (infatti in zona è abbastanza rara) l'utilizzo del prodotto ha consentito una crescita regolare; inoltre anche se le rese non sono state quelle attese per il pieno campo, soprattutto alle alte dosi di prodotto, queste ultime hanno consentito il raggiungimento di una qualità (espressa come gradi °Brix) statisticamente



paragonabile a quella ottenuta con la concimazione minerale, che abbiamo assunto come riferimento.

Rese girasole. Le rese di girasole sono state modeste poiché influenzate negativamente da due cause: la prima è stata una stentata emergenza dovuta alla natura argillo-limosa del terreno che, formando una spessa crosta superficiale, ha impedito a molte piantine di emergere regolarmente; la seconda è dovuta a frequenti attacchi di vari uccelli (colombacci, piccioni, passeri, corvidi e gabbiani) che hanno mangiato buona parte degli acheni sulle calatidi (il sito delle prove era in zona abbastanza isolata e senza reti di protezione). Comunque le rese in acheni sono state determinate e come si vede dalla **Fig. 6** tutte le tesi a base di Gran Fondo hanno prodotto in modo significativo di più della tesi minerale; si è anche cercato di costruire una produzione “ideale” supponendo un riempimento totale delle calatidi e l’assenza dell’azione degli uccelli. Questi dati sono mostrati in **Fig. 7** da cui si evince che le tre tesi a maggior apporto di Gran Fondo (dose 2, 3 e 4) hanno prodotto significativamente di più della tesi minerale e tutte e tre con valori $> 3,69$ t/ha , ritenuto valore soglia per una buona produzione per il girasole. Quindi anche in condizioni poco favorevoli l’apporto del Gran Fondo ha consentito l’ottenimento di produzioni discrete (da notare che l’anno precedente, senza apporto di biosolfato il girasole, pur seminato regolarmente, non è cresciuto affatto).

Rese mais . Anche qui occorre dire che le cause del tipo di terreno argillo-limoso e qui frequenti attacchi di piralide (nonostante il diserbo) non hanno consentito il raggiungimento di produzioni ottimali di granella (inferiori alle 7,0 t/ha, mentre localmente si arriva alle 8,0 t/ha e a volte 10 t/ha). Tra i vari parametri produttivi esaminati l’altezza delle piante alla raccolta non ha visto differenze significative tra le tesi attestandosi in un range di 1,95m -2,00m; le rese degli stocchi mostrate in **Fig. 8** mostrano il valore più elevato per la dose 2 di prodotto (60%N da BIO in PRE) e la dose più alta (dose 4 con 100%N da bio in PRE) ha prodotto 69 t/ha , in modo simile alla tesi minerale (70 t/ha). Per la granella la **Fig. 9** mostra le rese produttive con la prevalenza di due tesi: dose 2 del Gran Fondo (6,56 t/ha) e tesi minerale (6,30 t/ha) leggermente più elevate della tesi con la dose più alta di Gran Fondo (6,06 t/ha). Concludendo per il mais si può dire che i risultati più interessanti sia in termini di granella che di stocchi sono stati ottenuti dalla tesi con apporti di 60%N da BIO in PRE che ha fatto simile e a volte meglio della tesi minerale; la tesi a maggior apporto di Gran Fondo (dose 4) ha reso meglio sulla parte vegetativa cioè le rese di stocchi che non sulla produzione della granella.



6) **Il terreno prima e dopo la prova: confronto dei principali parametri chimico-fisici.** A questo scopo sono stati valutati i seguenti parametri PRE e POST: pH, contenuti di Ntot e Corg, rapporto C/N e conducibilità elettrica su estratto di suolo 1:5. Si possono fare le seguenti osservazioni:

Azoto totale. I dati sintetici riguardo ai valori medi dell'azoto globalmente e per il suolo relativi alle singole colture sono mostrati in **Tab. 4**. L' azoto totale del suolo è diminuito dopo la prova in modo significativo ($P < 0.001$), passando da 1,279% al valore di 0,944%. Esaminando il suolo sotto le singole colture si può dire quanto segue: per il **girasole** si passa da 1,30% a 0,83% ma si osserva che le diminuzioni sono significative solo alla dose più bassa di prodotto (dose 1); per le altre dosi (2, 3 e 4) si osservano diminuzioni in linea con quella osservata per la tesi minerale. Per il **pomodoro** si passa significativamente ($P < 0.01$) da 1,318% a 0,934% e si osserva che le diminuzioni sono significative solo alla dose 2 (55%N da BIO in PRE) ; per tutte le altre dosi (1, 3 e 4) si osservano diminuzioni in linea con quella osservata per la tesi minerale. Per il **mais** si passa significativamente ($P < 0.01$) da 1,275% a 1,044% ; qui le diminuzioni sono significative ($P < 0.05$) solo alla dose 3 (85%N da BIO in PRE); per tutte le altre dosi (1, 2 e 4) si osservano diminuzioni non significative, come per la tesi minerale. **In conclusione, per l'azoto totale** si può dire quanto segue: a seguito della prova nel suolo mediamente in generale l'azoto è diminuito significativamente, passando da 1,279% al valore di 0,944%. Anche per le singole colture si sono verificate diminuzioni significative ($P < 0.01$) che però hanno interessato tesi a basse dosi di azoto (55%N da BIO in PRE) per girasole e pomodoro. Per il mais la diminuzione più marcata ($P < 0.05$) si è verificata per la tesi 3 (83%N da BIO in PRE), mentre per le altre tesi diminuzioni non significative in linea con la tesi minerale. Quindi anche alti apporti di Biosolfato Gran Fondo hanno fatto registrare le diminuzioni osservate per la tesi minerale per girasole e pomodoro; per il mais dosi alte (100%) o basse (30%N e 60%N da BIO in PRE) si comportano come la tesi minerale;: solo la tesi con 85%N da BIO in PRE ha dato diminuzioni più elevate e sarà da evitare in futuro.

Carbonio organico e sostanza organica. La **Tab. 5** mostra in sintesi l'andamento dei valori medi di Corg e sostanza organica che diminuiscono significativamente dal PRE al POST , il Corg in generale da 15,0 g/kg a 10,9 g/kg e la sostanza organica da 2,59% a 1,88%, scendendo per il suolo sotto tutte le colture al valore di 2,0%. Occorre dire che un nuovo formulato dovrà tener conto di questi effetti e apportare quantitativi maggiori di Corg e sostanza organica al suolo al fine di evitare un depauperamento di questa risorsa preziosa.



Rapporto C/N. Il rapporto C/N non mostra significative variazioni da PRE a POST in quanto risente della diminuzione osservata sopra a carico sia dell' N che del Corg; la media generale di campo (**Tab. 6**) passa infatti da 11,47 a 11,54. Andando a livello di singole colture nel suolo sotto girasole non si osservano aumenti significativi (da 11,67 a 12,50); sotto pomodoro aumenti significativi ($P < 0.05$) da 11,05 a 11,81; nel mais, invece, in controtendenza si osserva una significativa ($P < 0.05$) diminuzione da 11,79 a 10,32. In generale per avere rapporti ideali (10) per un suolo agrario occorre agire positivamente sia su Corg che su Notot, per cui valgono i suggerimenti di cui sopra.

Conducibilità elettrica. E' stata determinata la conducibilità elettrica di un estratto suolo: acqua 1:5 per stimare, attraverso un opportuno coefficiente che dipende dalla tessitura del terreno, la conducibilità in pasta satura EC_e che ci consente di stimare se un suolo è salino o meno; si ritengono salini i suoli con $EC_e < 4,0$ dS/m. Nella **Tab. 7** si può osservare che in generale la media di campo si abbassa in modo non significativo da 3,91 dS/m a 3,50 dS/m. Esaminando il suolo singolarmente per coltura si può dire che :

girasole: si è passati da 3,83 dS/m a 3,13 dS/m in modo non significativo; è interessante notare che la parcella dove c'è stata la maggior diminuzione è quella a più alta dose di biosolfato (dose 4: 100% di BIO in PRE); per

pomodoro: c'è stata diminuzione significativa ($P < 0.05$) da 3,91 dS/m a 2,65 dS/m; qui due sono le tesi con le diminuzioni più consistenti: la tesi con dose 2 di BIO (55%N da BIO in PRE) e la dose 4 (100% diN da BIO in PRE); per

mais: c'è stato addirittura un aumento, non significativo, da 4,09 dS/m a 4,62 dS/m, però occorre dire che gli aumenti si sono verificati nelle tesi a dose più bassa di Gran Fondo (dose 1= 30% N da BIO in PRE) e nella dose 5 (minerale cioè senza uso di biosolfato); nelle altre tesi con Gran Fondo (dose 2, 3 e 4) si sono verificati tutte diminuzioni da PRE a POST anche se non significative statisticamente. In conclusione per la conducibilità elettrica e la salinità alle dosi più alte d'impiego il Gran Fondo per tutte e tre le colture ha consentito diminuzioni della conducibilità, riportando in diversi casi i valori da salini a NON salini; basse dosi d'utilizzo del Gran Fondo non provocano effetti significativi e sono perciò sconsigliate. Se si vuole diminuire sensibilmente la conducibilità in questo suolo occorrono dosi di Gran Fondo > di 55%N.



7) *Considerazioni conclusive*

Al termine della prova agronomica atta a saggiare l' idoneità del prodotto GRAN FONDO su terreni alcalini della costiera ravennate su girasole, pomodoro e mais si può dire quanto segue:

- 1) La somministrazione del prodotto a dosi differenti nelle 4 tesi ha consentito la coltivazione di tutte e tre le colture, seppur con qualche difficoltà iniziale, dovuta all'emergenza (si ricorda che la stessa cosa non era avvenuta l'anno prima su girasole che non era cresciuto affatto e su pomodoro che era cresciuto molto più stentato) e ha consentito la raccolta finale dei prodotti;
- 2) L'interramento del prodotto in presemina con un rivoltatore frangizolle ha consentito una miscelazione intima del prodotto con il terreno, preparandolo quindi alle fasi di semina in condizioni buone;
- 3) Per le rese si può evidenziare che per il pomodoro si può dire che, anche se la coltura non è la più adatta per il terreno in studio (infatti in zona è abbastanza rara), l'utilizzo del prodotto ha consentito una crescita regolare; inoltre anche se le rese non sono state quelle attese per il pieno campo, soprattutto alle alte dosi di prodotto, queste ultime hanno consentito il raggiungimento di una qualità (espressa come gradi °Brix) statisticamente paragonabile a quella ottenuta con la concimazione minerale, che abbiamo assunto come riferimento. Per il girasole tutte le tesi a base di Gran Fondo hanno prodotto in modo significativo di più della tesi minerale; le tre tesi a maggior apporto di Gran Fondo (dose 2, 3 e 4) hanno prodotto significativamente di più della tesi minerale e tutte e tre con valori > 3,69 t/ha , ritenuto valore soglia per una buona produzione per il girasole. Quindi anche in condizioni poco favorevoli l'apporto del Gran Fondo ha consentito l'ottenimento di produzioni discrete. Per il mais si può dire che i risultati più interessanti sia in termini di granella che di stocchi sono stati ottenuti dalla tesi con apporti di 60%N da BIO in PRE che ha fatto simile e a volte meglio della tesi minerale; la tesi a maggior apporto di Gran Fondo (dose 4) ha reso meglio sulla parte vegetativa cioè le rese di stocchi che non sulla produzione della granella.
- 4) Il confronto del terreno prima e dopo le prove ha portato alle seguenti osservazioni: per gli aspetti legati all'N e alla sostanza organica si è notato che alla fine il terreno si è impoverito sia in N che in sostanza organica, scesa sotto il 2%; occorrerà nei nuovi formulati tener conto di questi aspetti. Il rapporto C/N si è alzato leggermente ma non in modo



significativo e per quanto riguarda la conducibilità e la salinità alle dosi più alte d'impiego il Gran Fondo per tutte e tre le colture ha consentito diminuzioni della conducibilità, riportando in diversi casi i valori da salini a NON salini; basse dosi d'utilizzo del Gran Fondo non provocano effetti significativi e sono perciò sconsigliate. Se si vuole diminuire sensibilmente la conducibilità in questo suolo occorrono dosi di Gran Fondo > di 55%N.

- 5) Pertanto si ritiene che la prova abbia fornito interessanti risultati preliminari da approfondire e sperimentare ulteriormente in futuro modificando alcune modalità di produzione del prodotto.

8) *Ringraziamenti*

Un sentito ringraziamento al sign. Vincenzo Finessi, collaboratore locale del dr. Cella, per la perizia con cui ha monitorato la gestione della prova a livello locale, ben supportando il lavoro di campo con validi suggerimenti operativi.

Prof. Marco Trevisan
Responsabile C.R.A.S.T.
Di Area Qualità Ecosistemi e
Valutazione del Rischio

Piacenza lì
31 dicembre 2016



ALLEGATO 1

Analisi chimiche Gran Fondo					
parametro	valore	U.M.	parametro	valore	U.M.
sostanza secca	62,46	%	Carbonati totali (CaCO ₃)	15,77	%
Umidità	37,54	%	Carbonio inorganico	1,893	%
pH (in acqua)	6,53		carbonio inorganico	18,93	mg/kg
azoto totale (N)	1,42	% su S.S.	Carbonio totale (C)	24,6	mg/kg
	0,887	% su t.q.	Carbonio organico (Corg)	5,67	mg/kg
fosforo totale (P)	0,41	% su S.S.			
fosforo tot (P ₂ O ₅)	0,94	% su S.S.	Microelementi		% su S.S.
	0,59	% su t.q.	Arsenico (As)	< 0,5	mg/kg su t.q.
potassio totale (K)	0,44	% su S.S.	Cadmio (Cd)	0,32	mg/kg su S.S.
	0,53	% su S.S.	Cromo (Cr)	22,97	mg/kg su S.S.
Calcio totale (Ca)	11,6	% su S.S.	Rame (Cu)	85,59	mg/kg su t.q.
Calcio totale (CaO)	16,23	% su S.S.	Nichel (Ni)	13,09	mg/kg su S.S.
Zolfo (S)	9,18	% su S.S.	Piombo (Pb)	23,85	mg/kg su S.S.
Zolfo (SO ₃)	16,05	% su S.S.	Zinco (Zn)	194,2	mg/kg su S.S.

Tabella 1. Analisi chimico-fisiche del prodotto Gran Fondo impiegato nelle prove.

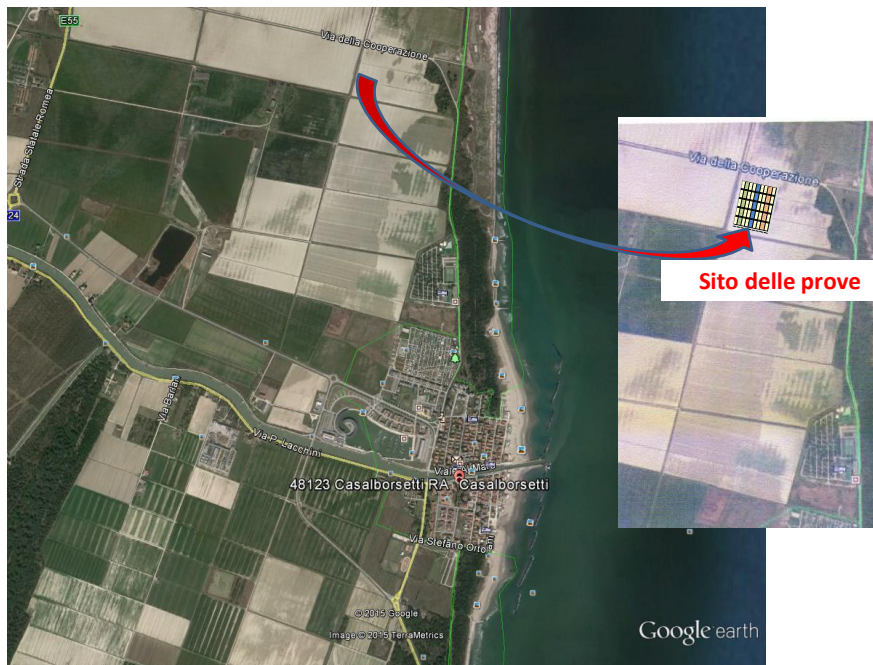


Figura 1. Sito delle prove agronomiche.



Analisi chimiche e chimico-fisiche terreno prove gran fondo BIOPLUS				
Sito: Casalborsetti (RA)				
Analisi del suolo PRE (prima della prova)				
	parametro	valore	U.M.	
			commento	
	pH (in acqua (1: 2,5))	8.09		alcalino
	carbonati totali (CaCO ₃ %)	19.94	%	molto calcareo
	Azoto totale	0.14	%	discreto
	Carbonio totale	3.93	%	buono
	carbonio organico	1.5	%	buono
	sostanza organica	2.59	%	buono
	conducibilità elettrica	3.91	dS/m	non salino
				un suolo è salino se valore $\geq 4,0$ dS/m
	fosforo assimilabile	168	mg/kg	molto elevato
				non somministrare più fosforo per almeno 10 anni
	tessitura			
	sabbia	4.98	%	Classe 11- argilloso limoso troppo alta la somma limo+argilla rischio di asfissia radicale occorre provvedere a drenare bene il suolo
	limo	49.12	%	
	argilla	45.9	%	
	capacità di scambio cationico	22.14	cmol(+)/kg	buona
	basi di scambio			
	Ca	14.18	cmol(+)/kg	
	Mg	5.45	cmol(+)/kg	
	K	1.02	cmol(+)/kg	
	Na	1.50	cmol(+)/kg	
	ESP (exchangeable sodium percentage)	6.77		Valore < 15, per cui il suolo è non sodico
Analisi effettuate con i metodi Ufficiali di analisi del Suolo. MIPAF				
I valori riportati sono medie dei campioni raccolti (almeno 5); in alcuni casi sono 45 campioni.				

Tabella 2. Analisi chimico-fisiche del terreno impiegato nelle prove.



GIRASOLE 90 kgN/ha				
tesi 1	tesi 2	tesi 3	tesi 4	tesi min
PRESEMINA				
55%N da prodotto	70%N da prodotto	83%N da prodotto	100%N da prodotto	55%N minerale
dose= 50 kgN/ha	dose= 62,5 kgN/ha	dose= 75 kgN/ha	dose= 90 kgN/ha	dose= 50 kgN/ha
COPERTURA				
45%N minerale	30%N minerale	17%N minerale	0% N minerale	45%N minerale
dose= 40kg N/ha	dose= 27,5kg N/ha	dose= 15kg N/ha	dose= 0 kg N/ha	dose= 40kg N/ha
POMODORO 180 kgN/ha				
tesi 1	tesi 2	tesi 3	tesi 4	tesi min
PRESEMINA				
33%N da prodotto	55%N da prodotto	77%N da prodotto	100%N da prodotto	33%N da minerale
dose= 60 kgN/ha	dose= 100 kgN/ha	dose= 140 kgN/ha	dose= 180 kgN/ha	dose= 60 kgN/ha
COPERTURA				
67%N minerale	45%N minerale	23%N minerale	0% N minerale	67%N minerale
dose= 120kg N/ha	dose= 80 kg N/ha	dose= 40 kg N/ha	dose= 0 kg N/ha	dose= 120kg N/ha
MAIS 240 kgN/ha				
tesi 1	tesi 2	tesi 3	tesi 4	tesi min
PRESEMINA				
30%N da prodotto	60%N da prodotto	85%N da prodotto	100%N da prodotto	30%N da minerale
dose= 70 kgN/ha	dose= 140 kgN/ha	dose= 200 kgN/ha	dose= 240 kgN/ha	dose= 70 kgN/ha
COPERTURA				
70%N minerale	40%N minerale	15%N minerale	0% N minerale	70%N minerale
dose= 170kg N/ha	dose= 100 kg N/ha	dose= 40 kg N/ha	dose= 0 kg N/ha	dose= 170kg N/ha

Tabella 3. Piano sperimentale con le dosi somministrate alle tre colture (kgN/ha).

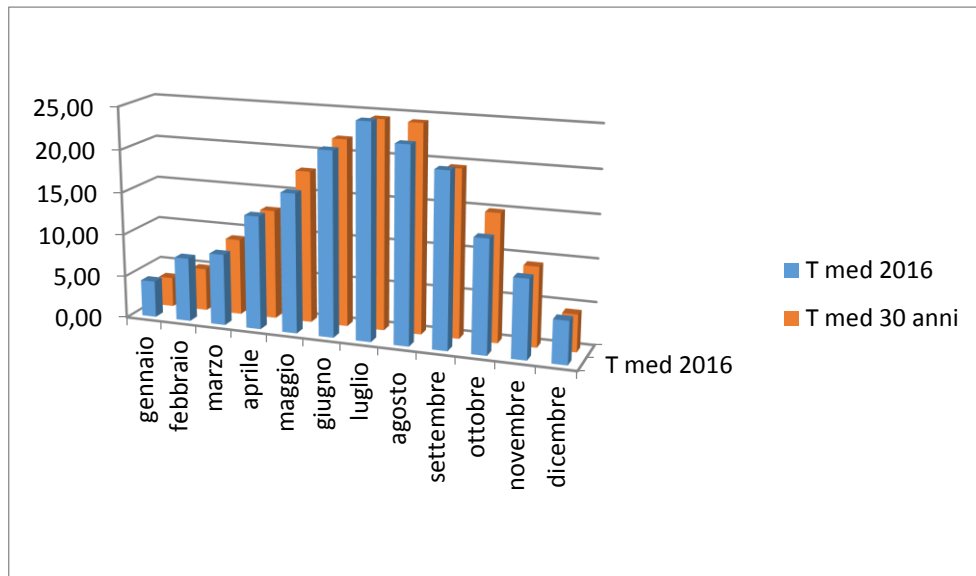


Figura 2. Valori medi mensili di temperatura (°C) dell'anno 2016 confrontati con le medie mensili degli ultimi 30 anni (1986 – 2015).

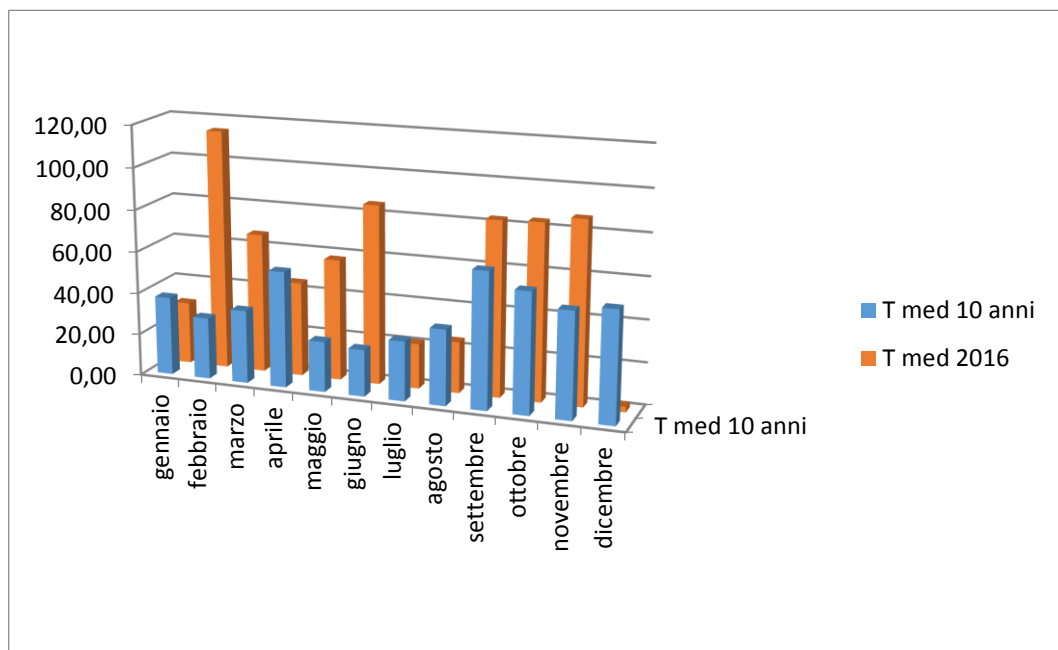


Figura 3. Valori cumulati mensili di piovosità (mm) confrontati con le medie di 10 anni di dati disponibili (2001 – 2009).

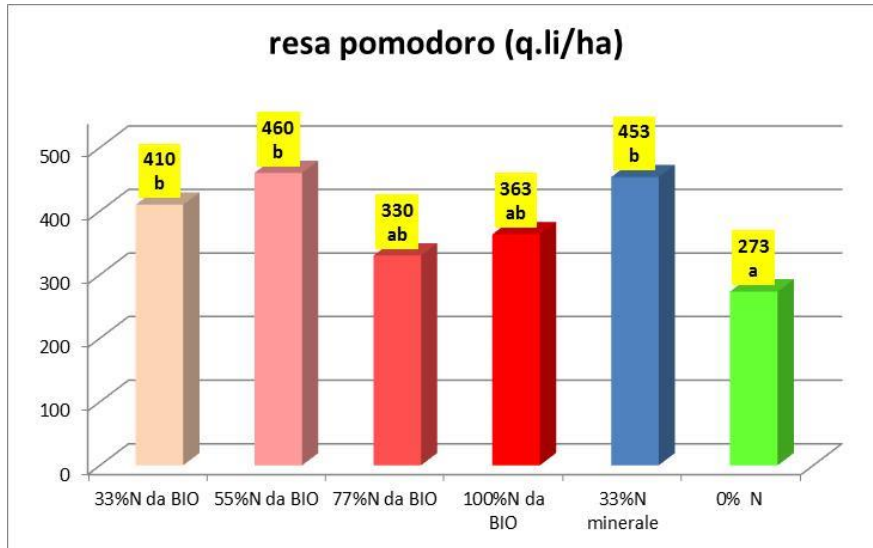


Figura 4. Rese di pomodoro (q.li/ha); da sinistra nei colori del rosso le dosi crescenti di prodotto in PRE; la tesi minerale è segnata in blu. In verde il testimone. Lettere minuscole indicano differenze significative tra le medie con $P < 0.05$.

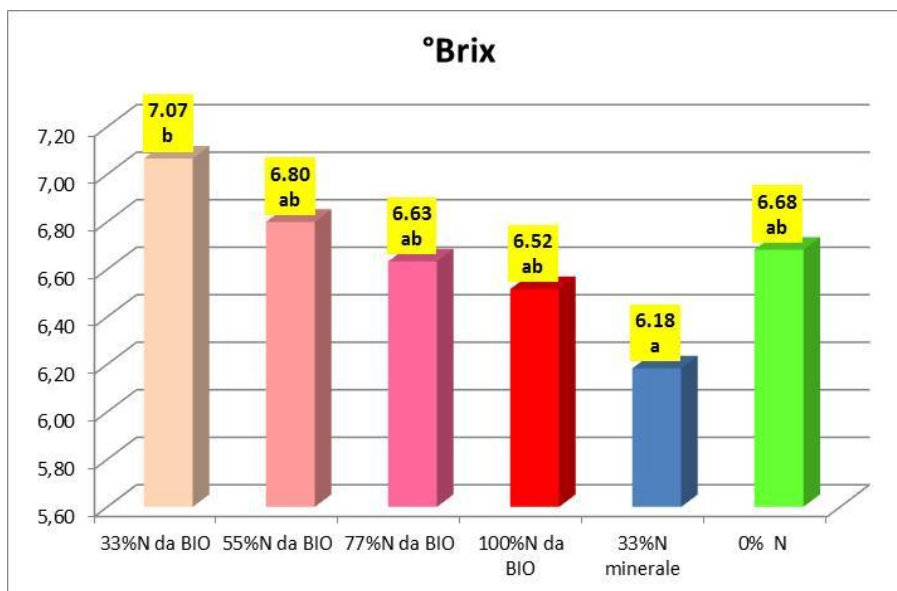


Figura 5. Pomodoro. Valori medi di gradi °Brix.

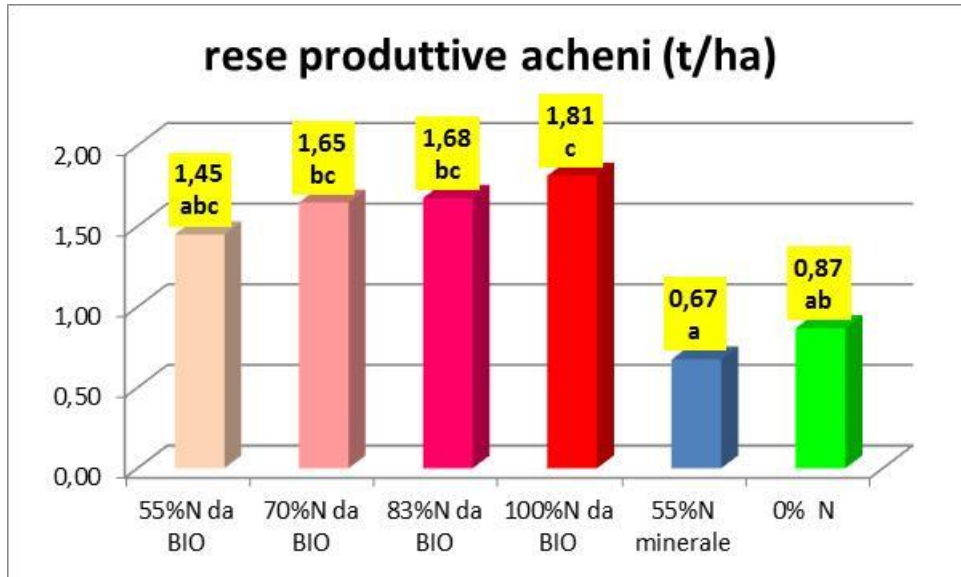


Figura 6. Rese reali (t/ha) di acheni di girasole.

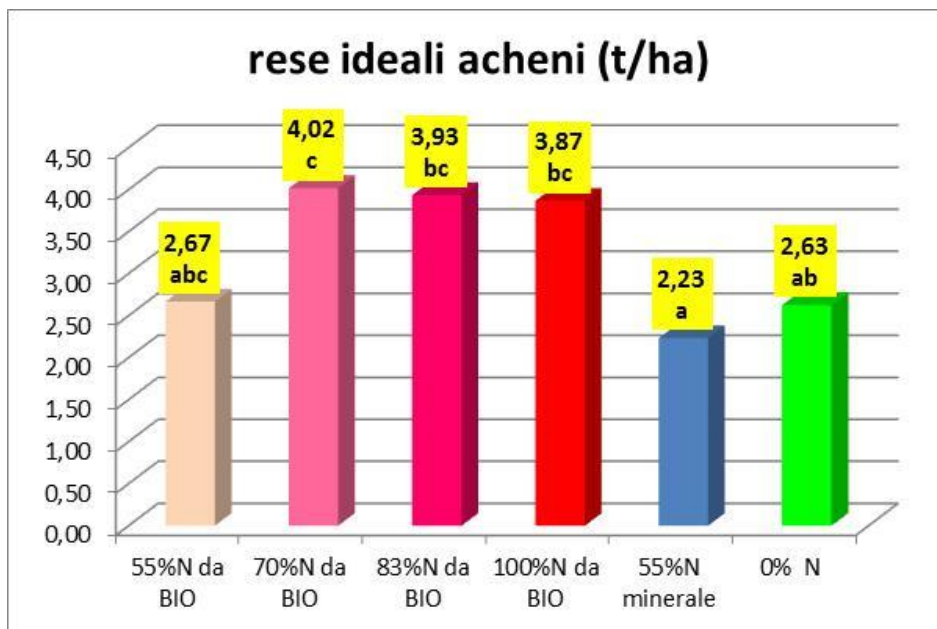


Figura 7. Rese ideali (T/HA) di acheni di girasole.

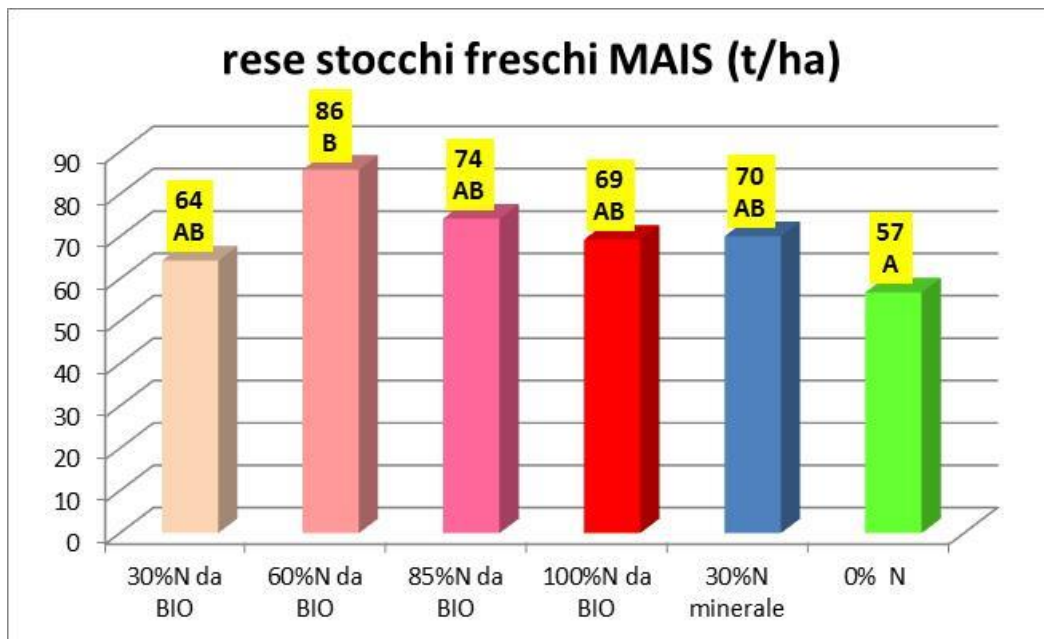


Figura 8. Rese produttive degli stocchi di mais (t/ha). Lettere maiuscole intendono significatività con $P < 0.01$ tra le medie delle tesi.

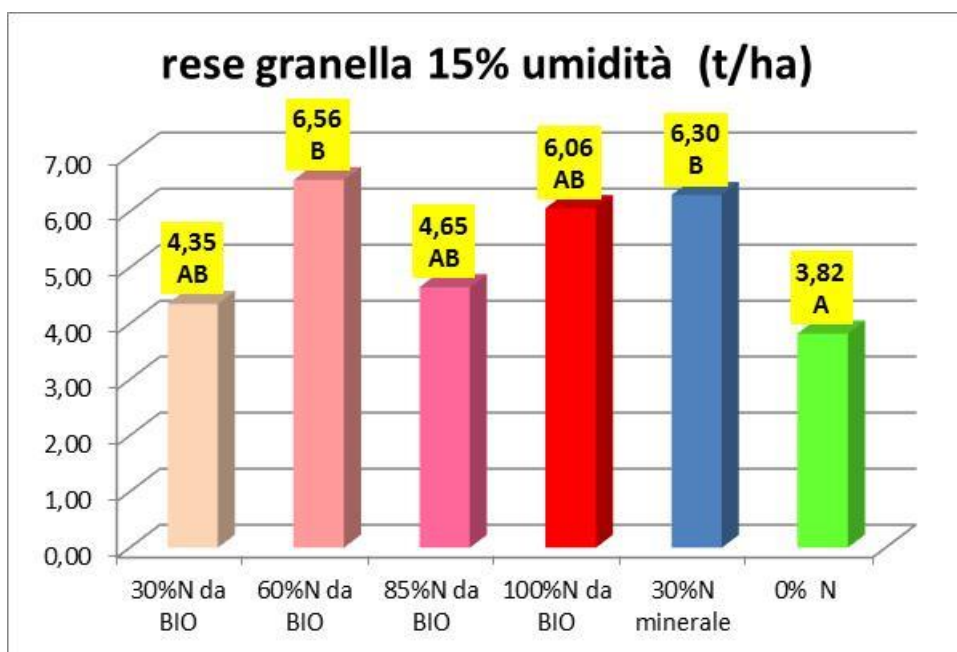


Figura 9. Rese produttive di granella di mais (t/ha). Lettere maiuscole intendono significatività con $P < 0.01$ tra le medie delle tesi.



N totale (%)	PRE	POST	esito stat
media generale di campo	1.28	0.94	P < 0.01
suolo a girasole	1.24	0.85	P < 0.01
suolo a pomodoro	1.32	0.93	P < 0.01
suolo a mais	1.28	1.04	P < 0.01
n.s. = medie statisticamente non differenti			
P<0.05 = media differenti al 95%; P<0.01= medie differenti al 99%.			

Tabella 4. Sintesi dei valori medi di azoto totale (N %) con significatività statistica.

Corg (g/kg)	PRE	POST	esito stat
media generale di campo	15.0	10.9	P < 0.01
suolo a girasole	14.9	10.4	P < 0.01
suolo a pomodoro	15.2	10.9	P < 0.01
suolo a mais	15.4	11.3	P < 0.01
sostanza organica (%)	PRE	POST	esito stat
media generale di campo	2.59	1.88	P < 0.01
suolo a girasole	2.45	1.79	P < 0.01
suolo a pomodoro	2.51	1.92	P < 0.01
suolo a mais	2.51	1.96	P < 0.01
n.s. = medie statisticamente non differenti			
P<0.05 = media differenti al 95%; P<0.01= medie differenti al 99%.			

Tabella 5. Sintesi dei valori medi di Carbonio organico (g/kg) e sostanza organica (%) con significatività statistica.



rapporto C/N	PRE	POST	esito stat
media generale di campo	11.47	11.54	n.s.
suolo a girasole	11.67	12.50	n.s.
suolo a pomodoro	11.05	11.81	P < 0.01
suolo a mais	11.79	10.32	P < 0.05
n.s. = medie statisticamente non differenti			
P<0.05 = media differenti al 95%; P<0.01= medie differenti al 99%.			

Tabella 6. Sintesi dei valori medi del rapporto C/N con significatività statistica.

Ece (dS/m)	PRE	POST	esito stat
media generale di campo	3.91	3.50	n.s.
suolo a girasole	3.83	3.13	n.s.
suolo a pomodoro	3.91	2.65	P < 0.01
suolo a mais	4.09	4.62	n.s.
n.s. = medie statisticamente non differenti			
P<0.05 = media differenti al 95%; P<0.01= medie differenti al 99%.			

Tabella 7. Sintesi dei valori medi della conducibilità elettrica in pasta satura EC_e (dS/m) con significatività statistica.