

RELAZIONE PERITALE

interpretazione dei risultati analitici (di laboratorio
e di campo) ottenuti dalla coltivazione di mais su
terreno trattato con fanghi biologici.
(quarto anno di somministrazione)
Annata Agraria 2009

1. Premessa

Il sottoscritto Giuseppe Botteschi, dottore agronomo iscritto al numero 133 dell'Albo dei Dottori Agronomi e Forestali della provincia di Piacenza, redige la presente perizia ad evasione dell'incarico conferito dal dott. Antonio Carucci per conto di C.R.E. S.p.A.

Allo scrivente viene richiesta l'interpretazione dei risultati delle analisi chimiche eseguite su:

- fanghi biologici, (finalizzati ad utilizzo agronomico)
- terreno in pre e post distribuzione del fango,
- qualità della granella di mais coltivato su terreno trattato con fango biologico nel 2009 e, per confronto, i dati del 2008, 2007 e 2006 relativi alla granella di mais coltivato sia sull'appezzamento trattato con fanghi sia su terreno trattato con concime minerale.

Vengono prodotti inoltre i dati di:

- resa in granella di mais coltivato su terreno trattato con fango biologico e, per confronto, la resa in granella di mais coltivato su terreno trattato con concime minerale;
- diametro degli stocchi di mais coltivato in entrambe le condizioni sopra descritte;
- tecnica colturale attuata.

La prova, al quarto anno di svolgimento, è realizzata sui medesimi appezzamenti dell'azienda coinvolta nella distribuzione dei fanghi avvenuta nella precedente annata agraria.

2. Breve descrizione dell'azienda

L'indagine è stata eseguita, come detto in premessa, su un'azienda agricola posta nel comune di Pizzighettone, in provincia di Cremona.

L'azienda presenta le seguenti salienti caratteristiche agro-pedologiche:

- terreno prevalentemente sabbioso con frequenti intercalazioni ghiaiose,
- valori di pH compresi tra 7 e 8 tali che determinano la classificazione del terreno come sub alcalino,
- azienda a prevalente coltivazione di mais in mono successione,
- azienda che, ormai da diversi anni, non esegue apporti di sostanza organica (letame, compost o altro) al terreno.

Tutti questi aspetti la rendono particolarmente interessante ai fini del possibile impiego di masse organiche di recupero per i benefici effetti ammendanti e nutritivi che queste possono avere nelle condizioni pedologiche sopra descritte.

3. Breve descrizione della prova effettuata e della tecnica colturale adottata

Nell'azienda agricola in cui si è svolta la prova sono stati riutilizzati i medesimi appezzamenti coltivati a mais nella scorsa annata agraria. Su entrambi è stato coltivato l'ibrido Eleonora di classe 600 della Pioneer.

L'appezzamento denominato 1 è stato trattato con fanghi biologici, a fine inverno 2009, distribuiti in pre aratura, secondo le quantità e modalità previste della vigenti norme, ed è stato inoltre concimato con la somministrazione di urea alla rincalzatura alla dose di 30 kg alla pertica cremonese.

L'altro appezzamento, denominato 2 e non trattato con fanghi, invece è stato concimato con un concime complesso a lenta cessione, distribuito in pre semina ed interrato con le lavorazioni. Non è stato somministrato alcun altro fertilizzante azotato al mais durante tutta la coltivazione.

Su entrambi gli appezzamenti sono stati eseguiti 6 cicli di irrigazione durante l'intera stagione vegetativa.

La mietitrebbiatura è stata eseguita al 20 agosto per entrambi gli appezzamenti.

La produzione è risultata essere comparabile per entrambi gli appezzamenti: nel concreto il mais coltivato nel appezzamento 1 ha reso 13,45 q/p.c. (corrispondenti a 166,46 q/ha), mentre quello coltivato nell'appezzamento 2 ha reso 12,68 q/p.c. (corrispondenti a 156,93 q/ha); entrambi valutati allo stesso tenore di umidità: 23,5%.

4. Commento alle analisi chimiche del fango

Nella tabella n. 1 vengono riportati i risultati delle fondamentali analisi (a fini agronomici) eseguite sul fango biologico oggetto di spandimento. I parametri controllati sono il pH, il residuo secco, i macronutrienti e i metalli pesanti; nella tabella vengono riportati i valori analitici riscontrati nel fango oggetto di utilizzo, i valori limite di legge e la variazione percentuale del contenuto degli stessi nel fango in rapporto a detto limite (con il simbolo + o - per indicare le variazioni incrementative o decrementative).

Dall'esame della tabella si osserva che tutti i metalli pesanti sono contenuti in quantità ben inferiore al limite massimo di legge: i metalli del fango si attestano a valori che sono mediamente oltre l'ottanta per cento in meno rispetto al limite di legge. Questa condizione è fondamentale al fine del loro utilizzo in campo agricolo. Oltre alle determinazioni di interesse agronomico sono state eseguite anche tutte quelle previste di legge che hanno ampiamente certificato la perfetta rispondenza del materiale ai requisiti necessari ai fini dell'utilizzazione agronomica.

(N.B.: ai sensi del DPR 915/82 e successiva Delibera del Comitato Interministeriale del 27/07/1984 il materiale è classificato: “speciale non tossico e nocivo”. Ai sensi del D.Lgs. 152/2006 parte quarta, considerati i limiti previsti dall’art. 2 della Decisione 2000/535/CE, modificata dalle Decisioni 2001/118/CE, 2001/119/CE, 2001/573/CE e vista la Legge n. 13 del 27/02/2009 il materiale è inoltre da classificare come: “non pericoloso”. Considerati inoltre i limiti imposti dal D.Lgs. n. 99 del 27/01/92 e le Leggi Regionali vigenti il materiale è utilizzabile direttamente sui suoli agricoli).

Per quanto riguarda invece l’apporto di macro nutrienti (N, P, K) e il contenuto in carbonio organico, si osserva che il loro contenuto è di gran lunga superiore al limite minimo di legge. Nello specifico il contenuto di azoto supera di gran lunga (+200% circa) il valore minimo di legge e ciò vale anche per il contenuto in fosforo (+200%). Il titolo in azoto è tale per cui si potrebbe addirittura parlare, secondo la vigente normativa e limitatamente a questo componente, di “concime organico”.

Per quanto riguarda il potassio va detto che la normativa non prevede una soglia minima per il fango, ma il prodotto in distribuzione ne contiene lo 0,2% circa sulla s.s., valore di tutto rispetto in rapporto anche alle dosi somministrate.

Anche per quanto riguarda il contenuto in sostanza organica (carbonio organico) l’apporto del fango è migliorativo rispetto al limite di legge.

Per il quarto anno di prova si riconferma che gli apporti interessanti di elementi macronutritivi, abbinati ad un basso contenuto in metalli, rendono il fango un prodotto suscettibile di valorizzazione agricola, interessante soprattutto in quelle aziende che abbandonata la zootecnia ormai da anni, presentano un deficit di apporto esogeno di sostanza organica, abbinata agli elementi fondamentali della nutrizione dei vegetali: azoto, fosforo e potassio.

5. Commento alle analisi chimiche del terreno

Nella tabella n. 2 vengono riportati, per confronto, i risultati delle analisi eseguite sul terreno precedentemente alla distribuzione del fango (2006), dopo la prima distribuzione del fango (post raccolta 2006), dopo la seconda distribuzione (post raccolta 2007), dopo la terza distribuzione del fango (post raccolta 2008) e da ultimo quelle eseguite dopo la quarta distribuzione del fango (post raccolta 2009).

I parametri controllati sono il pH, la capacità di scambio cationico, i macronutrienti assimilabili, la sostanza organica e i metalli pesanti; nella tabella vengono riportati i valori analitici riscontrati nel terreno oggetto di osservazione.

Per quanto attiene ai metalli pesanti si osserva, dal confronto tra i vari anni, che Hg e Cr assImilabile sono sostanzialmente stabili nel pre fanghi 2006, post fanghi 2006 e 2007, per diventare non determinabili nel post trattamento 2008 e 2009; il Cd ha un andamento simile, con una piccola ripresa nell'ultimo anno. Il Cu e lo Zn fluttuano nei quattro anni attorno al valore di fondo rappresentato dal pre trattamento 2006; mentre per Ni e Pb si osserva una lenta diminuzione nei tre anni a partire dal dato pre trattamento 2006; diminuzione che si conferma anche nel 2009 per il Ni, mentre il Pb ritorna ai valori del pre trattamento. Bisogna comunque ricordare che i valori assoluti non sembrano in alcun modo rappresentare differenze significative ma piuttosto normali fluttuazioni del fondo naturale.

Per quanto attiene ai macro nutrienti (azoto e fosforo) ed alla sostanza organica si osserva, per quest'ultima, una stabilizzazione del valore nel post 2009, confermando la tendenza a partire dal post trattamento 2006

Gli stessi confronti eseguiti per l'azoto e il fosforo mostrano un andamento sostanzialmente analogo e cioè stabilizzazione nel post trattamento e incremento sul pre trattamento 2006.

Queste variazioni positive potrebbero costituire un trend molto interessante per l'azienda in questione ed anche per terreni dalle simili caratteristiche agro – pedologiche soprattutto nelle situazione in cui la zootecnia è ormai solo un lontano ricordo e non si hanno ulteriori apporti di sostanza organica.

Nella tabella n. 3 vengono riportate le variazioni percentuali del contenuto in metalli e nutrienti valutati nella post distribuzione del fango rapportando il dato dell'anno in corso col medesimo dell'anno precedente e contestualmente è riportata la serie storica dei confronti (con il simbolo + o – per indicare le variazioni incrementative o decrementative).

Dall'analisi della tabella si osserva che quasi tutti i parametri controllati hanno un andamento altalenante e random; il cadmio invece, nel tempo, è tendenzialmente invariato così come il mercurio ed il cromo (indeterminabili negli ultimi due anni). L'azoto, invece, per tutta la durata della prova non subisce variazioni: il suo contenuto nel terreno resta costante. Si osserva una sostanziale stabilità del fosforo e una lenta ripresa del potassio.

Nella tabella n. 4 vengono riportate le variazioni percentuali del contenuto in metalli e nutrienti valutati nella post distribuzione del fango rispetto alla pre distribuzione e contestualmente è riportata la serie storica dei confronti a partire dall'anno 2006 (con il simbolo + o – per indicare le variazioni incrementative o decrementative).

Per un'accurata analisi della tabella occorre distinguere tra metalli e parametri agronomici (N-P-K e sostanza organica). Per quanto riguarda i metalli in generale i dati del post trattamento 2007 sono

sempre inferiori al pre trattamento, mentre negli altri anni i dati sono altalenanti, a volte superiori a volte inferiori rispetto al pre trattamento. La lettura della tabella nel senso degli elementi chimici evidenzia che: il Cd resta invariato fino al 2009; il Cu decrementa nei primi due anni ed incrementa negli ultimi due; il Ni è sempre in decremento, la variazione del Pb è sempre in decremento e circa zero nel 2009, lo Zn incrementa nel primo anno e decrementa negli anni successivi, il Hg incrementa nel primo anno, decrementa nel secondo per diventare poi indeterminabile, comportamento circa analogo lo evidenzia anche il Cr. Per quanto riguarda i parametri agronomici si osserva che la sostanza organica incrementa rispetto al pre trattamento, l'N non subisce variazioni, il P incrementa e il K, dopo un drastico calo iniziale, è in lenta ripresa.

6. Commento ai dati sul mais (analisi della granella e produzione)

Nella tabella n. 5 vengono riportati i risultati delle analisi eseguite sulla granella di mais coltivato nell'appezzamento 1 trattato con fango biologico e quelle eseguite sulla granella di mais coltivato nell'appezzamento 2 trattato con concimazione minerale. Nella medesima vengono riportati, per confronto, anche i dati delle annate 2006, 2007 e 2008.

I parametri controllati sono i macronutrienti azoto, fosforo e potassio ed il contenuto in metalli.

Per quanto riguarda azoto, fosforo e potassio si osserva che il contenuto di questi tre macronutrienti nella granella del mais coltivato su terreno trattato con fango, nel 2009, rispetto allo stesso dato relativo al mais coltivato su terreno non trattato è sostanzialmente costante con piccole fluttuazioni a volte a favore dell'uno o dell'altro trattamento. Comportamento riscontrabile anche negli anni precedenti. Si osserva inoltre che l'N è circa costante nei quattro anni di prova, per entrambi i trattamenti, mentre il P e il K evidenziano un trend in forte crescita a partire dal 2007 che interessa entrambi i trattamenti.

Per i metalli si osserva che:

- mercurio e cadmio, a livello della soglia di determinabilità nel 2006 – 2007, sono sotto la medesima soglia nei due anni successivi; ciò vale sia per l'appezzamento trattato che per quello non trattato. Analogo comportamento viene evidenziato anche dal cromo (non riportato in tabella);
- per rame e zinco si osserva che, nel corso degli anni, il dato analitico oscilla attorno al valore del 2006;
- per il nichel si registra un certo incremento a partire dal 2008, mentre per il piombo si osserva che l'incremento avviene solo a partire dal quarto anno.

In merito al contenuto in metalli si possono fare le seguenti considerazioni: tutti evidenziano differenze modeste o nulle tra i due trattamenti, differenze che possono rientrare nella normale

fluttuazione del dato analitico e comunque si tratta di livelli veramente molto piccoli che considerati in quantità assolute esprimono in sostanza valori infinitesimali (cioè parti per milione se non parti per miliardo).

Le successive tabelle n. 6, 7 e 8 sono costruite per eseguire comparazioni tra il trattato e il non trattato dell'anno, tra il non trattato ("bianco") dell'anno e il non trattato nei precedenti anni e da ultimo tra il trattato dell'anno e il trattato nei precedenti anni.

E' doveroso precisare che nell'anno 2007, a causa di un disguido, non è stata eseguita l'analisi della granella coltivata sull'appezzamento non trattato pertanto non è possibile eseguire tutti i confronti anno per anno; a questa condizione si è ovviato prendendo come riferimento il non trattato del 2006, anno di inizio prova.

Nella tabella n. 6 vengono riportate le variazioni percentuali del contenuto in N-P-K e metalli della granella trattata con fango rispetto a quella non trattata per gli anni 2009, 2008 e 2006. Si osservano variazioni a volte incrementative, a volte decrementative per i vari elementi considerati senza riscontrare un apparente ordine; queste oscillazioni sembrano piuttosto casuali. Solo per cadmio e mercurio si riscontra un andamento costante e cioè variazione nulla o non determinabile per assenza del metallo.

Nella tabella n. 7 vengono riportate le variazioni percentuali del contenuto in N-P-K e metalli della granella non trattata rispetto a quella non trattata per gli anni 2009 rispetto al 2008, 2009 rispetto al 2006 e 2008 rispetto al 2006. Si possono osservare variazioni decisamente ampie tra un anno e l'altro per tutti gli elementi rilevati (con la solita eccezione del cadmio e del mercurio che risultano sempre non rilevabili).

Nella tabella n. 8 vengono riportate le variazioni percentuali del contenuto in N-P-K e metalli della granella trattata rispetto a quella trattata per gli anni 2009 rispetto al 2008, 2008 rispetto al 2007 e 2007 rispetto al 2006.

In questo tipo di confronto si possono osservare oscillazioni dei parametri rilevati anche se molto meno ampie rispetto a quelle evidenziatesi nella precedente tabella.

Le variazioni riscontrate sembra non abbiano un apparente ordine, ma piuttosto un comportamento casuale. Anche in questo caso il cadmio e il mercurio risultano non determinabili.

Dall'analisi comparata delle tabelle n. 6 e 7 si può osservare che la variazione del dato di "bianco" su "bianco" è sempre di gran lunga maggiore della variazione del dato del "trattato" con fango in rapporto al "bianco".

Dall'analisi comparata delle tabelle n. 7 e 8 si evince una fluttuazione annuale molto accentuata nei dati della granella cresciuta su terreno non trattato con fango ma sottoposto a sola

concimazione minerale rispetto alla granella cresciuta su terreno trattato con fango. In quest'ultima le variazioni del contenuto in metalli sono molto meno rilevanti; la presenza di metalli risulta più regolare e stabile mentre nel non trattato il loro assorbimento (dello stesso ordine di grandezza del trattato) risulta molto più variabile e condizionato da fattori agronomici e pedoclimatici contingenti e annuali.

Le oscillazioni del non trattato ("bianco") sono uno - due ordini di grandezza superiori al rapporto fango su "bianco". Ciò ci porta a dire che le fluttuazioni del non trattato sono superiori alle variazioni eventualmente indotte dal trattamento con fango rispetto al non trattato. Appare evidente, ancora una volta, che l'eventuale paventato effetto negativo del trattamento con fango sulla qualità e salubrità della granella è coperto dalle normali oscillazioni del fondo naturale, l'effetto del fango non riesce ad emergere dalla naturale variabilità annuale. Anzi la sostanza organica apportata col fango sembra stabilizzare il contenuto in metalli normalmente assorbiti dalla pianta e trasferiti nella granella.

Nella tabella n. 9 vengono riportati i risultati dei rilievi non distruttivi, diametro basale dello stocco, eseguiti sulle piante di mais coltivato nell'appezzamento 1 trattato con fango biologico e, per confronto, quelle eseguite sulle piante di mais coltivato nell'appezzamento 2 trattato con una normale concimazione minerale. In entrambe le condizioni sono state eseguite una serie di misurazioni ripetute che hanno permesso di calcolare la media campionaria ed il relativo indice di dispersione, la deviazione standard. Dalle determinazioni eseguite risulta che la media del diametro degli stocchi del mais trattato con fango è pari a 20,86 mm con deviazione standard pari a $\pm 0,39$ mm; mentre il corrispondente dato medio calcolato sul mais trattato con concimazione minerale è pari a 20,02 mm con deviazione standard pari a $\pm 0,30$ mm.

La deviazione standard è un importante indice di dispersione della media, ci dice entro quali limiti possono oscillare le singole misurazioni rappresentate dal valore medio; nella fattispecie ci dice che oltre due terzi (68%) delle osservazioni possibili (diametro degli stocchi) sono comprese nell'intervallo originato dalla media più o meno una volta la deviazione standard.

Nel concreto oltre 2/3 delle piante di mais del campo 1 presentano un diametro basale dello stocco compreso tra 21,25 e 20,47 mm; mentre oltre 2/3 delle piante di mais del campo 2 presentano un diametro basale dello stocco compreso tra 20,32 e 19,72 mm.

Da ciò si osserva che: il limite superiore dell'intervallo di distribuzione dei dati rilevati nel campo trattato con concime minerale non si sovrappone al limite inferiore dell'intervallo di distribuzione dei dati rilevati nel campo trattato con fango.

Questo comportamento delle osservazioni ci potrebbe portare a dire che, verosimilmente, il

diametro basale degli stocchi di mais coltivato su terreno concimato con fango è stato mediamente più grande di quello delle piante coltivate su terreno concimato con concime minerale e questo a parità di ibrido, di epoca di semina e di epoca di raccolta. Questo andamento è stato riscontrato in tre anni (2006, 2007, 2009) sui quattro della durata della prova.

L'incremento tendenziale del diametro degli stocchi è senza dubbio un elemento positivo in quanto migliora la resistenza alle avversità meteorologiche e agli attacchi parassitari aumentando la resistenza meccanica della pianta.

Un'ultima osservazione deve essere fatta a commento dei dati di produzione riportati più sopra nella relazione e comunicati dal conduttore dei due appezzamenti su cui si è effettuato il confronto. Dall'esame di questi dati si rileva che il campo 1, trattato con fanghi, ha prodotto 166,46 q/ha (con resa di 13,45 q/p.c.), mentre il campo 2, trattato con concime minerale, ha prodotto 156,93 q/ha (con resa di 12,68 q/p.c.), il tutto a parità umidità (23,5%) e di condizioni di coltivazione. Pertanto in questa annata agraria si sono registrate rese in granella leggermente più elevate nell'appezzamento concimato con fanghi rispetto a quello con concimazione esclusivamente minerale.

Tutti questi dati, che sono frutto di osservazioni puntuali e non di elaborazioni statistiche (che avrebbero richiesto una prova strutturata in modo più articolato e complesso), confortano l'attenzione verso una tipologia di prodotto che può avere interessanti applicazioni in agricoltura visto che mantiene le rese, riduce i costi di concimazione, non intacca la qualità del prodotto e non varia le caratteristiche chimico fisiche del terreno, se non in senso migliorativo (per alcuni parametri chimico fisici).

L'andamento della produzione in questa serie di prove ha evidenziato che per due anni (2006 e 2009) la produzione del campo concimato con fango è stata superiore a quella del campo concimato con solo concime minerale, mentre per due anni (2007 e 2008) la produzione è stata sostanzialmente equivalente.

7. Conclusioni

Da quanto sopra esposto si può affermare, **per il quarto anno consecutivo**, che:

- 1) dalle analisi chimiche eseguite sul **fango risulta che esso non solo è perfettamente compatibile con un uso agricolo, ma per gli apporti di macronutrienti e di carbonio organico, è un prodotto in grado surrogare gli apporti di sostanza organica, di integrare (per azoto) e sostituire (per fosforo e potassio) gli apporti esogeni di elementi fertilizzanti minerali;**
- 2) dal confronto tra il contenuto in metalli pesanti nel terreno in pre trattamento e post trattamento **non si osserva alcuna variazione peggiorativa della qualità dell'ambiente podologico dopo il terzo anno di trattamento**, le variazioni sono riconducibili alle normali fluttuazioni del fondo naturale;
- 3) dalle analisi del terreno sembra si possano evidenziare tendenziali variazioni migliorative per alcuni parametri della fertilità chimica;
- 4) **le rese in granella di mais risultano, in questo anno di prove, migliori nell'appezzamento concimato con fango rispetto al minerale, inoltre in quello trattato con fango vi è stato un minor apporto esogeno di azoto minerale e nessun apporto di fosforo e potassio;**
- 5) **la presenza di metalli pesanti nella granella di mais è a livelli standard, normali, tipici dei suoli non contaminati; non è quindi influenzata nemmeno nel quarto anno di somministrazione di fango;**
- 6) **l'incremento tendenziale del diametro degli stocchi nel mais dell'appezzamento trattato con i fanghi, è riscontrato in tre anni su quattro;**
- 7) l'effetto residuo della sostanza organica rilasciata dal fango non è valutabile se non a seguito di trattamenti e controlli ripetuti nel tempo anche se, empiricamente, al quarto anno di somministrazione sembra stabilizzarsi su valori superiori rispetto al non trattato;
- 8) le variazioni annuali del contenuto in metalli nella granella coltivata su "bianco" sono di gran lunga superiori rispetto alle medesime variazioni rilevate in granella coltivata su fango: **l'effetto del fango non riesce ad emergere dalla naturale variabilità annuale;**
- 9) la sostanza organica apportata col fango sembra **stabilizzare il contenuto in metalli normalmente assorbiti dalla pianta** e trasferiti nella granella.

Piacenza, 06 marzo 2010



Dott. Agronomo Giuseppe Botteschi

Giuseppe Botteschi

TABELLE

Tabella n. 1

Analisi dei fanghi distribuiti sul terreno dell'azienda agricola oggetto di prova (anno solare 2009)

PARAMETRO	Unità di misura	Determinazione analitica	Limite di legge	Variazione % del contenuto rispetto al valore limite (+/-)
pH	Unità di pH	11.9	--	
Residuo secco a 105° C	% p/p	12.2	--	
Residuo secco a 600 °C	%p/p	5.24	--	
Azoto totale	% N s.s.	5.3	1.5	253.34
Fosforo totale	% P s.s.	1.21	0.4	202.50
Fosforo totale	% P2O5 s.s.	2.27		
Potassio totale	mg/kg K s.s.	2836	--	
Potassio totale	mg/kg K2O s.s.	3996		
Carbonio organico	% C s.s.	37	20	85.00
Cadmio Totale	mg/kg s.s.	n.d.	20	
Rame totale	mg/kg s.s.	255.4	1000	-74.46
Nickel totale	mg/kg s.s.	44	300	-85.33
Piombo totale	mg/kg s.s.	44.9	750	-94.01
Zinco totale	mg/kg s.s.	336.7	2500	-86.53
Cromo esavalente	mg/kg s.s.	n.d.	10	
Cromo totale	mg/kg s.s.	72.1	750	-90.39
Mercurio totale	mg/kg s.s.	n.d.	10	
Arsenico totale	mg/kg s.s.	5.14	10	-48.60
Salmonella spp.	MPN/g s.s.	n.d.	100	
Coliformi fecali	MPN/g s.s.	n.d.	10000	

Tabella n. 2

**Analisi dei terreni dell'azienda agricola oggetto di prova nell'anno solare 2009
e per comparazione sono riportati anche i valori degli anni precedenti**

PARAMETRO	Unità di misura	Valore pre distribuzione fanghi 2006	Valore post distribuzione fanghi 2006	Valore post distribuzione fanghi 2007	Valore post distribuzione fanghi 2008	Valore post distribuzione fanghi 2009
pH	Unità di pH	8.10	7.73	7.22	7.41	8.42
C.s.c.	Meq/100 gr	23.90	23.80	23.70	23.10	23.50
Cadmio	mg/kg s.s.	0.17	0.17	0.17	n.d.	0.23
Rame	mg/kg s.s.	18.20	17.60	17.00	21.00	23.00
Nickel	mg/kg s.s.	33.00	30.00	28.00	26.00	22.70
Piombo	mg/kg s.s.	13.70	12.80	12.00	12.00	13.80
Zinco	mg/kg s.s.	69.00	71.00	53.00	66.00	63.10
Mercurio	mg/kg s.s.	0.21	0.22	0.20	n.d.	n.d.
Cromo assimilabile	mg/kg s.s.	0.18	0.19	0.18	n.d.	n.d.
Sostanza organica	%	1.65	1.80	1.86	1.80	1.83
Azoto totale	% N	0.11	0.12	0.12	0.12	0.12
Fosforo assimilabile	ppm P2O5	74.00	84.00	87.00	94.00	85.40
Potassio scambiabile	ppm K2O	275.00	90.00	101.00	109.00	125.57

Tabella n. 3

Analisi comparativa dei terreni in post distribuzione, serie storica (fango su fango) dall'inizio della prova

PARAMETRO	Unità di misura	Variazione % della post distribuzione 2009 rispetto alla post distribuzione 2008 (+/-)	Variazione % della post distribuzione 2008 rispetto alla post distribuzione 2007 (+/-)	Variazione % della post distribuzione 2007 rispetto alla post distribuzione 2006 (+/-)
Cadmio	mg/kg s.s.	--	--	--
Rame	mg/kg s.s.	9.52	23.53	-3.41
Nickel	mg/kg s.s.	-12.69	-7.14	-6.67
Piombo	mg/kg s.s.	15.00	0.00	-6.25
Zinco	mg/kg s.s.	-4.39	24.53	-25.35
Mercurio	mg/kg s.s.	--	--	-9.09
Cromo assimilabile	mg/kg s.s.	--	--	-5.26
Sostanza organica	%	1.67	-3.23	3.33
Azoto totale	% N	0.00	0.00	0.00
Fosforo assimilabile	ppm P2O5	-9.15	8.05	3.57
Potassio scambiabile	ppm K2O	15.20	7.92	12.22

Tabella n. 4

Analisi comparativa dei terreni post distribuzione su bianco, serie storica dall'inizio della prova

PARAMETRO	Unità di misura	Variazione % della post distribuzione 2009 rispetto alla pre distribuzione 2006 (+/-)	Variazione % della post distribuzione 2008 rispetto alla pre distribuzione 2006 (+/-)	Variazione % della post distribuzione 2007 rispetto alla pre distribuzione 2006 (+/-)	Variazione % della post distribuzione 2006 rispetto alla pre distribuzione 2006 (+/-)
Cadmio	mg/kg s.s.	35.29	--	0.00	0.00
Rame	mg/kg s.s.	26.37	15.38	-6.59	-3.30
Nickel	mg/kg s.s.	-31.21	-21.21	-15.15	-9.09
Piombo	mg/kg s.s.	0.73	-12.41	-12.41	-6.57
Zinco	mg/kg s.s.	-8.55	-4.35	-23.19	2.90
Mercurio	mg/kg s.s.	--	--	-4.76	4.76
Cromo assimilabile	mg/kg s.s.	--	--	0.00	5.56
Sostanza organica	%	10.91	9.09	12.73	9.09
Azoto totale	% N	7.14	7.14	7.14	7.14
Fosforo assimilabile	ppm P2O5	15.41	27.03	17.57	13.51
Potassio scambiabile	ppm K2O	-54.34	-60.36	-63.27	-67.27

Tabella n. 5

Analisi della granella dell'azienda agricola oggetto di prova nell'anno solare 2009 e per comparazione sono riportati anche i valori degli anni precedenti

PARAMETRO	Unità di misura	Granella campo di riferimento bianco 2006	Granella campo sperimentale 2006	Granella campo sperimentale 2007	Granella campo di riferimento bianco 2008	Granella campo sperimentale 2008	Granella campo di riferimento bianco 2009	Granella campo sperimentale 2009
Azoto totale	% N s.s.	1.40	1.27	1.46	1.30	1.39	1.36	1.35
Fosforo	mg/kg P s.s.	1283.00	1208.00	2143.00	3034.00	3071.00	4002.00	4230.00
Potassio	mg/kg K s.s.	1566.00	1418.00	1988.00	2944.00	2893.00	6015.00	5676.00
Cadmio	mg/kg s.s.	0.01	0.01	0.01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Rame	mg/kg s.s.	2.14	2.50	2.26	1.24	1.71	2.86	2.96
Nickel	mg/kg s.s.	0.01	0.04	0.03	0.30	0.53	0.63	0.51
Piombo	mg/kg s.s.	0.01	0.01	0.06	0.03	0.05	0.54	0.41
Zinco	mg/kg s.s.	16.50	15.20	18.20	18.60	18.30	15.10	18.20
Mercurio	mg/kg s.s.	0.01	0.01	0.01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Tabella n. 6Analisi comparativa della granella in post distribuzione su bianco (**senza distribuzione di fanghi**), serie storica dall'inizio della prova

PARAMETRO	Unità di misura	Variazione % della granella su fango rispetto alla granella su bianco anno 2009 (+/-)	Variazione % della granella su fango rispetto alla granella su bianco anno 2008 (+/-)	Variazione % della granella su fango rispetto alla granella su bianco anno 2006 (+/-)
Azoto totale	% N s.s.	-0.74	6.92	-9.29
Fosforo	mg/kg P s.s.	5.70	1.22	-5.85
Potassio	mg/kg K s.s.	-5.64	-1.73	-9.45
Cadmio	mg/kg s.s.	--	--	0.00
Rame	mg/kg s.s.	3.50	37.90	16.82
Nickel	mg/kg s.s.	-19.05	76.67	216.67
Piombo	mg/kg s.s.	-24.07	66.67	0.00
Zinco	mg/kg s.s.	20.53	-1.61	-7.88
Mercurio	mg/kg s.s.	--	--	0.00

Tabella n. 7Analisi comparativa della granella coltivata su bianco (**senza distribuzione di fanghi**), serie storica dall'inizio della prova

PARAMETRO	Unità di misura	Variazione % della granella su bianco 2009 rispetto alla granella su bianco 2008 (+/-)	Variazione % della granella su bianco 2009 rispetto alla granella su bianco 2006 (+/-)	Variazione % della granella su bianco 2008 rispetto alla granella su bianco 2006 (+/-)
Azoto totale	% N s.s.	4.62	-2.86	-7.14
Fosforo	mg/kg P s.s.	31.91	211.93	136.48
Potassio	mg/kg K s.s.	104.31	284.10	87.99
Cadmio	mg/kg s.s.	--	--	--
Rame	mg/kg s.s.	130.65	33.64	-42.06
Nickel	mg/kg s.s.	110.00	5150.00	2400.00
Piombo	mg/kg s.s.	1700.00	5300.00	200.00
Zinco	mg/kg s.s.	-18.82	-8.48	12.73
Mercurio	mg/kg s.s.	--	--	--

Tabella n. 8

Analisi comparativa della granella in post distribuzione, serie storica (fango su fango) dall'inizio della prova

PARAMETRO	Unità di misura	Variazione % della granella su fango 2009 rispetto alla granella su fango 2008 (+/-)	Variazione % della granella su fango 2008 rispetto alla granella su fango 2007 (+/-)	Variazione % della granella su fango 2007 rispetto alla granella su fango 2006 (+/-)
Azoto totale	% N s.s.	-2.88	-4.79	14.96
Fosforo	mg/kg P s.s.	37.74	43.30	77.40
Potassio	mg/kg K s.s.	96.20	45.52	40.20
Cadmio	mg/kg s.s.	--	--	0.00
Rame	mg/kg s.s.	73.10	-24.34	-9.60
Nickel	mg/kg s.s.	-3.77	1666.67	-21.05
Piombo	mg/kg s.s.	720.00	-16.67	500.00
Zinco	mg/kg s.s.	-0.55	0.55	19.74
Mercurio	mg/kg s.s.	--	--	0.00

Tabella n. 9

**Misure del diametro basale degli stocchi di mais coltivato nell'azienda agricola
oggetto di prova (anno solare 2009)**

CAMPO SPERIMENTALE

PUNTI DI MISURA	DIAMETRO (mm)
1	20.80
2	21.00
3	20.80
4	20.70
5	20.70
6	20.80
7	20.90
8	20.90
9	21.50
10	21.00
11	21.00
12	20.80
13	20.60
14	20.30
15	21.40
16	21.30
17	20.70
18	20.30
19	20.60
20	21.30
21	21.10
22	20.20
23	20.90
24	21.60
25	20.50
26	20.80
27	21.70
28	20.80
29	21.00
30	21.00
31	20.90
32	20.90
33	20.60
34	19.60
35	21.10
36	21.30
37	21.30
38	21.20
39	20.80
40	21.30
41	20.50
42	20.60
43	20.60
44	20.80
45	20.50
46	20.50
47	20.50
18	20.60
19	21.30
50	21.00

Media	20.86
Deviazione standard campionaria (s)	± 0,39
Media + s	21.25
Media - s	20.47

CAMPO DI RIFERIMENTO (BIANCO)

PUNTI DI MISURA	DIAMETRO (mm)
1	20.60
2	20.40
3	20.30
4	19.70
5	19.80
6	19.90
7	20.10
8	20.10
9	19.70
10	20.30
11	20.10
12	19.90
13	20.10
14	19.70
15	20.30
16	20.10
17	19.70
18	19.20
19	20.00
20	20.20
21	20.20
22	20.80
23	20.00
24	20.00
25	19.50
26	19.90
27	20.40
28	20.00
29	19.90
30	20.30
31	20.00
32	20.00
33	20.10
34	19.70
35	20.30
36	20.10
37	19.40
38	19.50
39	20.00
40	20.00
41	20.30
42	20.40
43	20.30
44	20.00
45	20.00
46	19.70
47	20.00
18	20.00
19	19.90
50	20.10

Media	20.02
Deviazione standard campionaria (s)	± 0,30
Media + s	20.32
Media - s	19.72