

## RELAZIONE PERITALE

interpretazione dei risultati analitici (di laboratorio  
e di campo) ottenuti dalla coltivazione di mais su  
terreno trattato con fanghi biologici.

Annata Agraria 2005- 2006

I° anno di prove

Maccastorna, 22 Febbraio 2007

## **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. srl.

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 e, per confronto, i dati relativi a granella di mais coltivato 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 culturale attuata.

## **2. Breve descrizione dell'azienda**

L'indagine è stata eseguita 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,
- elevati valori di pH ( $\geq 8$ ) tali da determinare la classificazione del terreno come 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 culturale adottata**

Nell'azienda agricola oggetto di prova sono stati individuati due appezzamenti di terreno. Su entrambi è stato coltivato mais da granella e precisamente l'ibrido Eleonora di classe 600 della Pioneer.

Un appezzamento (per convenzione denominato 1) è stato concimato mediante somministrazione di fanghi biologici in pre aratura, secondo le quantità e modalità previste delle vigenti norme, oltre a 50 kg di azoto alla pertica cremonese distribuiti in copertura al momento della sarchiatura.

L'altro appezzamento (per convenzione denominato 2), invece, è stato concimato con un concime complesso, l' 8-24-24, distribuito all'impianto ed interrato con l'aratura; oltre a 50 kg di azoto alla pertica cremonese distribuito con le stesse modalità dell'appezzamento 1.

Sull'appezzamento 1, causa la sua tessitura incoerente, si sono resi necessari nove interventi di irrigazione, con cadenza settimanale, nel corso della stagione vegetativa; mentre nell'appezzamento 2, grazie ad una tessitura più tenace rispetto alla precedente, sono stati sufficienti cinque interventi irrigui, con cadenza quindicinale, sempre nel medesimo periodo di tempo.

La mietitrebbiatura è stata eseguita quasi in concomitanza per entrambi gli appezzamenti e precisamente il 30 e 31 agosto 2006 per il campo 1 e il 01 e 02 settembre 2006 per il campo 2.

La produzione è risultata essere sensibilmente superiore per il mais coltivato nel appezzamento 1 con resa di 13,45 q/p.c. (corrispondenti a 161,40 q/ha), contro la resa di 11,29 q/p.c. (corrispondenti a 135,48 q/ha) dell'appezzamento 2; il tutto a parità di umidità della granella pari al 27%.

#### **4. Commento alle analisi chimiche del fango**

Nella tabella n. 1 vengono riportati i risultati delle analisi 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 oltre l'ottanta per cento in meno rispetto al limite di legge. Questa condizione è fondamentale al fine del loro utilizzo in campo agricolo.

Per quanto riguarda l'apporto di macro nutrienti (N, P, K) invece 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 (+150%) il valore minimo di legge e ciò vale anche per il contenuto in fosforo (+180%). Anche per quanto riguarda il contenuto in sostanza organica (carbonio organico) l'apporto del fango è migliorativo rispetto al limite di legge.

Questi apporti interessanti di elementi macronutritivi, abbinati ad un basso contenuto in metalli rendono il fango un prodotto suscettibile di valorizzazione in agricoltura 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 i risultati delle analisi eseguite sul terreno, sia prima della distribuzione del fango che dopo, alla raccolta della granella di mais.

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 e la variazione percentuale del contenuto degli stessi nel terreno post trattamento rispetto al pre trattamento del medesimo (con il simbolo + o – per indicare le variazioni incrementative o decrementative).

Dall'esame della tabella si osserva che il pH del terreno diminuisce nel post trattamento scendendo a livelli di sub alcalinità. Ciò non è facilmente spiegabile visto che il materiale distribuito aveva un pH fortemente basico ed il terreno che lo ha ricevuto era “di per se” a valori alcalini. La spiegazione potrebbe essere dovuta al fatto che la coltivazione di mais su un terreno molto sciolto ha richiesto un'abbondante e continuo apporto idrico, ciò in concomitanza con l'apporto di fango ai livelli massimi ha creato le condizioni (complici le elevate temperature estive) per un'intensa trasformazione della sostanza organica immessa col fango con liberazione di prodotti intermedi a valenza acida; al momento del prelievo del terreno per l'analisi probabilmente vi erano presenti ancora metabolici organici a valenza acida. Questa supposizione trova un indizio di sostegno nell'aumento della sostanza organica (+10% circa) nel terreno post trattamento con fango (elemento di particolare interesse in terreni con le caratteristiche agro – pedologiche sopra evidenziate).

Per quanto attiene ai metalli pesanti si osserva, dal confronto tra le due condizioni, una diminuzione nella situazione post trattamento (qualche punto percentuale) per rame, nickel e piombo; si riscontra invece un incremento nella situazione post trattamento (sempre qualche punto percentuale) per zinco e mercurio. Questi valori comunque non sembrano assolutamente differenze significative ma piuttosto normali fluttuazioni del fondo naturale.

Per quanto attiene ai macro nutrienti ed alla sostanza organica si osserva un incremento nella situazione post trattamento, sia per quest'ultima (+ 10%) che per azoto (+4%) e fosforo (+14%). Queste variazioni positive potrebbero costituire un trend molto interessante per l'azienda in questione ed anche per terreni dalle simili caratteristiche agro – pedologiche ed ove la zootecnia è ormai solo un lontano ricordo.

Una considerazione a parte merita la variazione sensibilmente negativa del potassio scambiabile

(-67%), nel post trattamento rispetto alla situazione ante. Anche questo comportamento non è facilmente spiegabile; si potrebbe supporre che la diminuzione del contenuto in potassio scambiabile sia dovuta all'azione combinata della solubilizzazione, operata dalle valenze acide dei metaboliti organici intermedi del fango, con l'azione di intenso dilavamento operata dalle frequenti irrigazioni.

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

Nella tabella n. 3 vengono riportati i risultati delle analisi eseguite sulla granella di mais coltivato nell'appezzamento 1 trattato con fango biologico e, per confronto, quelle eseguite sulla granella di mais coltivato nell'appezzamento 2 trattato con una normale concimazione minerale.

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

Per quanto riguarda azoto, fosforo e potassio si osserva un contenuto leggermente inferiore nella granella di mais coltivato su terreno con fango rispetto al quello coltivato su terreno non trattato, ma le variazioni sono modeste ed imputabili sia alla normale fluttuazione del dato analitico sia all'effetto diluizione dovuto alla maggiore produzione di granella del campo trattato con fango (+20%) rispetto al campo non trattato. Per quanto riguarda i metalli invece l'andamento è più diversificato, nella fattispecie:

- non si osserva alcuna differenza di contenuto tra i due tipi di trattamento per cadmio, piombo e mercurio;
- si osserva un minor contenuto in zinco nella granella del mais trattato con fango rispetto alla granella di mais non trattato;
- si osserva viceversa un maggior contenuto in rame e nickel nella granella del mais trattato con fango rispetto alla granella di mais non trattato.

In merito al contenuto in metalli si possono fare le seguenti considerazioni: tutti, tranne il nickel, evidenziano, tra i due trattamenti, delle differenze modeste o nulle che rientrano nella normale fluttuazione del dato analitico e comunque sono presenti a livelli veramente piccoli in quantità assolute (parti per milione). Anche il nickel è presente in quantità molto piccole e la sensibile differenza tra il suo contenuto nella granella del mais trattato con fango rispetto al contenuto in quella del mais trattato con concimazione minerale potrebbe essere spiegata con un suo maggior assorbimento, determinato dal più elevato contenuto di nickel nativo nel suolo trattato con fango rispetto a quello non trattato .

Nella tabella n. 4 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 21,40 mm con deviazione standard pari a  $\pm 0,94$  mm; mentre il corrispondente dato medio calcolato sul mais trattato con concimazione minerale è pari a 20,41 mm con deviazione standard pari a  $\pm 0,13$  mm.

La deviazione standard è un importante indice di dispersione della media cioè, 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 2 presentano un diametro basale dello stocco compreso tra 20,28 e 20,54 mm; mentre oltre 2/3 delle piante di mais del campo 1 presentano un diametro basale dello stocco compreso tra 20,46 e 22,34 mm. Da ciò si osserva che solo il limite superiore dell'intervallo di distribuzione dei dati rilevati nel campo trattato con concime minerale tende (anche se di poco) a sovrapporsi al limite inferiore dei dati rilevati nel campo trattato con fango. Questo ci porta 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.

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 161,40 q/ha (con resa di 13,45 q/p.c., contro le rese medie del periodo pre fango che oscillavano attorno agli 11 q/p.c.), mentre il campo 2, trattato con concime minerale, ha prodotto 135,48 q/ha (con resa di 11,29 q/p.c.), il tutto a parità di condizioni. Pertanto l'incremento di produzione assoluto registrato dal campo 1 rispetto al 2, nell'anno 2006, è stato pari a +19%; se confrontiamo invece il dato della resa del campo 1 trattato con fango rispetto alla resa media dello stesso nel periodo pre trattamento con fango l'incremento di resa raggiunge il valore di +22%.

Questi dati sono frutto di osservazioni puntuali e non di elaborazioni statistiche (che avrebbero

richiesto una prova strutturata in modo più articolato e complesso), ma confortano l'attenzione verso una tipologia di prodotto che può avere interessanti applicazioni in agricoltura.

## **7. Conclusioni**

Da quanto sopra esposto si può affermare che nel 1° anno di sperimentazione:

- 1) dall'esame delle analisi chimiche eseguite sul **fango risulta che è perfettamente compatibile con un uso agricolo;**
- 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 pedologico**, le variazioni sono riconducibili alle normali fluttuazioni del fondo naturale;
- 3) **le rese in granella di mais risultano sensibilmente migliori ( +20 %) nell'appezzamento trattato con fango;**
- 4) **la presenza di metalli pesanti nella granella di mais è a livelli standard, normali, tipici dei suoli non contaminati; non è quindi influenzata dal trattamento di somministrazione di fango;**
- 5) **l'incremento tendenziale del diametro degli stocchi nel mais dell'appezzamento trattato con i fanghi è un sicuro elemento positivo** sia per la miglior resistenza della pianta alle avversità meteorologiche che agli attacchi parassitari;
- 6) l'effetto residuo della sostanza organica rilasciata dal fango non è valutabile se non a seguito di trattamenti e controlli ripetuti nel tempo;
- 7) per poter valutare in modo statistico se la fluttuazione dei metalli nel terreno prelude ad un eventuale accumulo nel tempo, in seguito a trattamenti pluriennali con fanghi, è necessario ripetere la prova nel tempo al fine di possedere un minimo di serie storica su cui eseguire adeguate analisi statistiche.

Dott. Geologo Antonio Carucci

Dott. Agronomo Giuseppe Botteschi

**TABELLE**



**Tabella n. 1**

**Analisi dei fanghi distribuiti sul terreno dell'azienda agricola oggetto di prova (anno solare 2006)**

| <b>PARAMETRO</b>       | <b>Unità di misura</b> | <b>Determinazione analitica</b> | <b>Limite di legge</b> | <b>Variazione % del contenuto rispetto al valore limite (+/-)</b> |
|------------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------|---|
| pH                     | Unità di pH            | 11,93                           | --                     |   |
| Residuo secco a 105° C | % p/p                  | 23,66                           | --                     |   |
| Residuo secco a 600 °C | %p/p                   | 13,7                            | --                     |   |
| Azoto totale           | % N s.s.               | 3,96                            | 1,5                    | + 164,00  |
| Fosforo totale         | % P s.s.               | 1,13                            | 0,4                    | + 182,50  |
| Potassio totale        | % K s.s.               | 0,24                            | --                     |   |
| Carbonio organico      | % C s.s.               | 22,09                           | 20                     | + 10,45   |
| Cadmio Totale          | mg/kg S.S.             | 2,4                             | 20                     | - 88,00   |
| Rame totale            | mg/kg S.S.             | 294                             | 1000                   | - 70,60   |
| Nickel totale          | mg/kg S.S.             | 20                              | 300                    | - 93,34   |
| Piombo totale          | mg/kg S.S.             | 39                              | 750                    | - 94,80   |
| Zinco totale           | mg/kg S.S.             | 1196                            | 2500                   | - 52,16   |
| Cromo esavalente       | mg/kg S.S.             | 0,5                             | 10                     | - 95,00   |
| Cromo totale           | mg/kg S.S.             | 116                             | 750                    | - 84,54   |
| Mercurio totale        | mg/kg S.S.             | 0,5                             | 10                     | - 95,00   |
| Arsenico totale        | mg/kg S.S.             | 1,93                            | 10                     | - 80,70   |

**Tabella n. 2**

**Analisi dei terreni dell'azienda agricola oggetto di prova (anno solare 2006)**

| PARAMETRO             | Unità di misura | Valore pre distribuzione fanghi | Valore post distribuzione fanghi | Variazione % del contenuto rispetto alla pre distribuzione (+/-) |
|-----------------------|-----------------|---------------------------------|----------------------------------|--|
| pH                    | Unità di pH     | 8,1                             | 7,73                             |  |
| C.s.c.                | Meq/100 gr      | 23,9                            | 23,8                             |  |
| Cadmio                | mg/kg S.S.      | 0,17                            | 0,17                             | 0  |
| Rame                  | mg/kg S.S.      | 18,2                            | 17,6                             | - 3,30   |
| Nickel                | mg/kg S.S.      | 33                              | 30                               | - 9,09   |
| Piombo                | mg/kg S.S.      | 13,7                            | 12,8                             | - 6,57   |
| Zinco                 | mg/kg S.S.      | 69                              | 71                               | + 2,90   |
| Mercurio              | mg/kg S.S.      | 0,21                            | 0,22                             | + 4,76   |
| Pot. Ossidante del Cr | mg/kg S.S.      | 0,18                            | 0,19                             | + 5,56   |
| Sostanza organica     | % s.s.          | 1,65                            | 1,8                              | + 9,09   |
| Azoto totale          | % N S.S.        | 0,112                           | 0,117                            | + 4,46   |
| Fosforo assimilabile  | Ppm P2 O5       | 74                              | 84                               | + 13,51  |
| Potassio scambiabile  | Ppm K2 O        | 275                             | 90                               | - 67,27  |

**Tabella n. 3**

**Analisi della granella di mais coltivato nell'azienda agricola oggetto di prova (anno solare 2006)**

| PARAMETRO    | Unità di misura | Granella campo sperimentale | Granella campo di riferimento (bianco) |
|--------------|-----------------|-----------------------------|--|
| Azoto totale | % N s.s.        | 1,27                        | 1,4                                    |
| Fosforo      | mg/kg P2O5 s.s. | 1208                        | 1283                                   |
| Potassio     | mg/kg K2O       | 1418                        | 1566                                   |
| Cadmio       | mg/kg S.S.      | 0,005                       | 0,005                                  |
| Rame         | mg/kg S.S.      | 2,500                       | 2,140                                  |
| Nickel       | mg/kg S.S.      | 0,038                       | 0,012                                  |
| Piombo       | mg/kg S.S.      | 0,010                       | 0,010                                  |
| Zinco        | mg/kg S.S.      | 15,200                      | 16,500                                 |
| Mercurio     | mg/kg S.S.      | 0,005                       | 0,005                                  |

Tabella n. 4

Misure del diametro basale degli stocchi di mais coltivato nell'azienda agricola oggetto di prova (anno solare 2001)

**CAMPO SPERIMENTALE**

| PUNTI DI MISURA | DIAMETRO (mm) |
|-----------------|---------------|
|                 |               |
| 1               | 21,51         |
| 2               | 21,77         |
| 3               | 22,43         |
| 4               | 20,22         |
| 5               | 20,23         |
| 6               | 22,56         |
| 7               | 21,12         |
| 8               | 22,28         |
| 9               | 21,75         |
| 10              | 20,13         |

|                                     |              |
|-------------------------------------|--------------|
| <b>Media</b>                        | <b>21,40</b> |
| Deviazione standard campionaria (s) | ± 0,94       |
| Media + s                           | 22,34        |
| Media - s                           | 20,46        |

**CAMPO DI RIFERIMENTO (BIANCO)**

| PUNTI DI MISURA | DIAMETRO (mm) |
|-----------------|---------------|
|                 |               |
| 1               | 20,54         |
| 2               | 20,47         |
| 3               | 20,47         |
| 4               | 20,55         |
| 5               | 20,4          |
| 6               | 20,12         |
| 7               | 20,29         |
| 8               | 20,44         |
| 9               | 20,38         |
| 10              | 20,42         |

|                                     |              |
|-------------------------------------|--------------|
| <b>Media</b>                        | <b>20,41</b> |
| Deviazione standard campionaria (s) | ± 0,13       |
| Media + s                           | 20,54        |
| Media - s                           | 20,28        |