

◊ FERTILITAS ◊ AGRORUM ◊



Volume IV · Aprile 2011 · numero 1

Convegno

**Utilizzazione agronomica di fertilizzanti tradizionali e biomasse di scarto:
scenari, normative, ricerche**

17-18 aprile 2008

Cittadella della Cultura - Biblioteca Nazionale - Sala Convegni

Bari

Fertilitas Agrorum

Edizione a cura del
CENTRO SCIENTIFICO ITALIANO DEI FERTILIZZANTI

Via della Navicella, 2/4 - 00184 Roma

Periodico registrato presso il Tribunale di Roma il 03-08-2006
al n. 322/2006 del Registro della Stampa

ISSN 1971-0755

Direttore responsabile
PAOLO SEQUI

Segreteria scientifica
ELVIRA REA

Direttore editoriale
ROSA FRANCAVIGLIA

Segreteria di redazione
FILIPPO ILARDI

Copertina a cura di
GIOVANNI GREGO

Indice

Introduzione - D. Ferri, F. Montemurro	1
I SESSIONE: La fertilizzazione in Italia: evoluzione nei principali sistemi colturali (Moderatore: Francesco Montemurro)	
La fertilizzazione nei sistemi colturali cerealicoli-industriali - Rinaldi <i>et al.</i>	3
II SESSIONE: Dalla L. 748/84 al 217/06: evoluzione della normativa (Moderatore: Donato Ferri)	
Codice di Buona Pratica Agricola e norme vigenti in Italia - Benedetti <i>et al.</i>	11
La Direttiva Nitrati: I casi della Puglia e dell'Orticoltura - V. Magnifico, A.D. Palumbo	15
Evoluzione della normativa sul compostaggio dei residui aziendali e agro-industriali: nuovi marchi di qualità e nuove definizioni legislative - V. Verrastro	20
III SESSIONE: Esperienze di ricerca (Moderatore: Paolo Sequi)	
Fertilizzazione organica di colture industriali e foraggere negli areali meridionali - G. Convertini <i>et al.</i>	23
Fertilizzazione minerale ed organica nei sistemi colturali orticoli: conflitto o sinergismo - N. Losavio <i>et al.</i>	33
Ammendamento in orticoltura con farine di disoleazione provenienti dalla filiera biodiesel - M. Zaccardelli <i>et al.</i>	38

Utilizzazione agronomica di fertilizzanti tradizionali e biomasse di scarto: scenari, normative, ricerche

Donato Ferri, Francesco Montemurro

La crescente domanda alimentare, derivante dal rapido incremento della popolazione mondiale, può essere soddisfatta anche grazie a strategie agronomiche aggiornate ed incisive. In questo ambito si inseriscono le innovazioni di processo e di prodotto che riguardano la fertilizzazione derivanti da ricerche avanzate attuali sulle relazioni tra fertilizzanti e qualità dei prodotti, sul riciclo dei reflui, sull'impatto ambientale e sull'efficienza di utilizzazione dei fertilizzanti. Anche l'evoluzione del quadro normativo, determinata da decisori politici a livello comunitario, nazionale e locale, può contribuire a rendere il comparto "fertilizzanti" più rispondente alle aspettative del mondo agricolo.

In particolare, negli ultimi anni è divenuta sempre più importante l'utilizzazione agronomica di fertilizzanti derivanti da biomasse di scarto di origine aziendale, industriale ed agro-industriale, come opzione moderna e strategica. Infatti, dopo aver studiato e diffuso in passato i fertilizzanti chimici di sintesi, le istituzioni scientifiche e le aziende produttrici si dedicano attualmente a formulati di nuova concezione, al recupero ed al riciclo di residui organici anche ai fini della salvaguardia ambientale. Questa nuova tipologia di fertilizzanti appare particolarmente importante per la chiusura dei cicli degli elementi nutritivi, contribuendo oltre alla nutrizione delle piante e alla conservazione della fertilità dei suoli, anche alla salvaguardia delle risorse naturali, mediante il mantenimento degli equilibri ambientali. Questi nuovi approcci scientifici e normativi impiegati nelle fasi di preparazione, applicazione e commercializzazione dei fertilizzanti mirano essenzialmente alla salvaguardia ambientale e alla salute del consumatore finale. I risultati innovativi conseguiti devono però trovare una legislazione comunitaria, nazionale e locale adeguata e, nel rispetto delle regole, sufficientemente flessibile.

Il convegno ha voluto affrontare, in modo organico e completo, le problematiche summenzionate e nelle tre sessioni scientifiche in cui è stato articolato, ha cercato di presentare alla comunità scientifica, ai decisori politici ed agli operatori del settore gli ultimi specifici aggiornamenti.

Nella prima sessione, dal titolo "La fertilizzazione in Italia: evoluzione nei principali sistemi colturali" si sono riferite le modalità di adattamento della fertilizzazione ai diversi sistemi colturali finalizzate non solo all'incremento del risultato produttivo in termini quantitativi ma anche al miglioramento della qualità dei prodotti agrari ottenuti, sempre più richiesta dal mercato e dai consumatori finali. In questo ambito si è fatto il punto su nuovi protocolli agronomici di fertilizzazione minerale e/o organica (con biomasse di scarto) su colture orticole, su olivo e fruttiferi. Particolare attenzione è stata rivolta alla sostenibilità nell'uso delle biomasse di scarto trattate, nelle rotazioni delle colture ed alla loro influenza sulla risorsa suolo; tale risorsa rappresenta infatti il punto di riferimento per ogni innovazione nel campo dei concimi e degli ammendanti, in quanto va preservata. Al riguardo è stato ribadito chiaramente che, per non alterare gli equilibri ambientali e socio-economici del Pianeta, occorre migliorare la fertilità globale del suolo e, in secondo luogo, incrementare la produttività delle colture (resa areica e qualità).

Nella seconda sessione dal titolo "Dalla L. 748/84 al 217/06: evoluzione della normativa" si è discusso sulla evoluzione della normativa a livello europeo, italiano e locale sui fertilizzanti alternativi e sul compostaggio dei residui aziendali e agro-industriali, in un'ottica di salvaguardia della salute del consumatore finale e di rispetto dell'ambiente. La preparazione di nuovi fertilizzanti minerali, in particolare azotati, e l'incremento dell'uso di concimi azotati sono stati prospettati alla luce della "direttiva nitrati" e ponendo attenzione alla eventuale contaminazione del suolo. Infine, si è discusso con gli operatori del settore delle influenze operative e gestionali del Codice di Buona Pratica Agricola predisposto dal MiPAAF (decreto MiPAAF del 19/04/1999, pubblicato sulla GU n° 102 del 04/05/1999 – supplemento ordinario n° 86) che recepisce la direttiva CEE 91/676, e delle relative norme vigenti in Italia che sono alla base dei criteri di condizionalità introdotti dai decisori politici comunitari.

Nella terza ed ultima sessione dal titolo "Esperienze di ricerca" i ricercatori hanno avuto la possibilità di presentare i propri risultati e le loro recenti ricerche nel campo della produzione ed utilizzazione di nuovi fertilizzanti, con particolare riferimento alla riutilizzo di sottoprodotti di origine aziendale, industriale ed agro-industriale. Si è discusso e dibattuto il binomio "fertilizzazione minerale o organica: conflitto o sinergi-

smo?”, e particolare attenzione si è posta all'utilizzazione di tali formulati nei sistemi colturali alternativi e nelle colture bioenergetiche.

Come evidenziato dalla discussione finale occorre “nutrire il mondo” senza distruggere irrimediabilmente la risorsa suolo. L'incremento dell'efficienza dell'uso dei fertilizzanti, la diffusione delle buone pratiche agricole e il miglioramento dell'utilizzazione delle biomasse di scarto (reflui e sottoprodotti agroindustriali) secondo rigorosi canoni agronomici, rappresentano la chiave di volta per ridurre l'inquinamento e le emissioni di gas climalteranti responsabili dell'effetto serra.

La fertilizzazione nei sistemi colturali cerealicoli-industriali

Michele Rinaldi, Laura D'Andrea, Grazia Convertini

CRA – Consiglio per la Ricerca e Sperimentazione in Agricoltura

SCA - Unità di Ricerca per i Sistemi Colturali degli Ambienti caldo-aridi - via C. Ulpiani, 5 – 70125 Bari

Corresponding Author: E-mail: michele.rinaldi@entecra.it; Tel. 080 5475016 - Fax 080 5475023

Riassunto

L'avvicendamento delle colture rappresenta il rimedio più semplice ed agronomicamente valido per contrastare la stanchezza del suolo e il gravoso impatto ambientale dovuto alle monosuccessioni e alla specializzazione colturale. Il ritorno ad uno studio più attento ed evoluto delle rotazioni costituisce, pertanto, uno degli obiettivi più attuali e sentiti della ricerca agronomica, anche in considerazione della necessità di ottenere informazioni sulla adattabilità di sistemi di coltivazione più estensivi, rispettosi dell'ambiente, ma pur sempre remunerativi, da contrapporre ai sistemi intensivi e specializzati.

I sistemi colturali - l'insieme delle colture che si avvicendano sullo stesso terreno e la tecnica colturale che si adotta - sono un argomento di ricerca, indicato anche nella denominazione dell'Unità di ricerca, che ha condotto per anni prove sperimentali sulla fertilizzazione dei sistemi colturali nell'azienda sperimentale sita a Foggia.

Si riportano i risultati di un confronto tra 9 avvicendamenti colturali (frumento duro, sorgo intercalare, girasole, barbabietola e sorgo da granella) in combinazione con 2 livelli di input agrotecnico (medio-alto e medio-basso). I risultati riguardano la produttività delle diverse colture, il bilancio degli elementi nutritivi e il contenuto in nitrati del suolo.

Per ottenere una migliore conoscenza dei meccanismi che regolano l'utilizzo dei nutrienti per le piante, è stato condotto uno studio di 6 anni su una rotazione girasole-frumento duro sottoposto a 4 dosi di azoto (0, 60, 120, 180 kg N ha⁻¹), di cui si riportano gli effetti degli anni, delle colture e delle dosi di fertilizzante.

Oltre alla fertilizzazione minerale sono state condotte prove su quella organica, con l'utilizzo anche di compost ottenuti con matrici differenti e compostati in azienda. I confronti tra fertilizzanti minerali, organici e misti sono stati eseguiti su una rotazione pomodoro-leguminosa (lupino e pisello proteico), dal 2002 al 2005. Sono riportati i risultati ottenuti sulla resa, sui residui nel terreno (contenuto di azoto minerale, carbonio organico e fosforo assimilabile) ed anche sui metalli pesanti nel terreno (rame, zinco e piombo).

Da tutte queste prove si può concludere che: la fertilizzazione delle colture interagisce significativamente con il sistema colturale a causa delle diverse asportazioni di elementi nutritivi e della produzione e gestione dei residui vegetali; la fertilizzazione minerale può essere ridotta senza significative riduzioni di produzione; la fertilizzazione organica è una pratica che si è dimostrata equivalente, se non in alcuni casi superiore, a quella minerale.

Parole chiave: ordinamenti colturali, rotazione, livelli di input, fertilità del suolo, rese, fertilizzazione minerale ed organica, compost.

Abstract

The crop rotation represents a very simple and valid agronomic solution to reduce serious environmental impacts due to continuous cropping and high crop management input. The come back to a more effective study of crop rotations is, therefore, one of the objective more actual and felt up to the agronomic research, also in consideration of the need to get information on the adaptability of cropping systems more extensive, in respect of the environment, but also profitable, in substitution of more intensive and specialized crop systems.

The cropping systems – the whole of crops that alternate themselves on the same land and the crop management used – are a main research topic of Research Unit for cropping systems in dry environments of Bari that carried out field experiments on fertilization of cropping systems in the experimental farm at Foggia.

In this paper we report the results of a comparison of 9 cropping systems (durum wheat, second crop of soybean and grain sorghum, main crop of sunflower, sugar beet and grain sorghum) in interaction with 2 input levels (medium-high and medium-low). The reported results are about crop productivity, nitrogen balance and the soil nitrate content.

Besides, in order to obtain more knowledge of the mechanisms which regulate the nutrients availability for the plants, a 6 year field study on sunflower- durum wheat rotation submitted to 4 doses of nitrogen (0, 60, 120, 180 kg N ha⁻¹) was carried out, in this paper the effects of the years, of the crops and of the fertilizer doses are reported.

Besides mineral fertilization experiments with organic fertilisers, utilized compost deriving from different materials and on farm made, were carried out. The comparisons among mineral, organic and mixtures fertilizers were carried out on a tomato-leguminous (lupin and proteic pea) crop rotation from 2002 to 2005. The results of yield, of soil nitrogen, organic total carbon and phosphorus contents and of heavy metals (copper, zinc and lead) content are briefly described.

The results of all these experiments show that: the crop fertilization interacts significantly with the cropping

system because of the different crop uptake and crop residues production and management; the mineral fertilization could be reduced without significant production reduction; the organic fertilization is a practice that has proven equivalent, if not in any superior cases, to the mineral one.

Key words: cropping systems, rotation, input levels, soil fertility, yield response, nitrogen and organic fertilization, compost.

Introduzione

Per sistemi colturali si intende l'insieme delle colture che si avvicendano nel tempo sullo stesso terreno e la tecnica colturale che si adotta. L'avvicendamento delle colture rappresenta il rimedio più semplice ed agronomicamente valido per sopperire alla stanchezza del suolo e al gravoso impatto ambientale dovuto al largo uso, negli ultimi decenni, delle monosuccessioni e della specializzazione colturale. Il ritorno ad uno studio più attento ed evoluto delle rotazioni costituisce, pertanto, uno degli obiettivi più attuali e sentiti della ricerca agronomica, anche in considerazione della necessità di ottenere informazioni sulla adattabilità di sistemi di coltivazione più estensivi, rispettosi dell'ambiente, ma pur sempre remunerativi, da contrapporre ai sistemi intensivi e specializzati.

Il rispetto dell'ambiente è anche alla base della fertilizzazione minerale, in seguito ai problemi di inquinamento delle falde, causato da un non razionale impiego dei concimi azotati. Molti sono stati gli studi atti ad individuare per singola coltura, in base alle condizioni pedo-climatiche, la dose da impiegare, l'epoca e la modalità di somministrazione e il tipo di concime, al fine di ottenere un giusto rapporto tra resa e qualità.

La concimazione minerale ha un ruolo determinante sull'incremento delle produzioni quanti-qualitative, ma da sola e/o unita ad una monosuccessione per molti anni consecutivi, porta ad un impoverimento della sostanza organica, con tutto ciò che segue per la fertilità del suolo (porosità, permeabilità, lavorabilità, ritenzione idrica, ecc.). E' necessario, quindi, eseguire la fertilizzazione organica classica con il letame e sia quella alternativa con compost, per riportare o mantenere i valori iniziali della fertilità dei suoli.

L'impiego dei compost in agricoltura su colture da pieno campo è incrementato negli ultimi anni sia per una maggiore consapevolezza degli agricoltori sia per una maggiore facilità di trovare questo tipo di prodotto in commercio. Il compost è considerato un ammendante organico quindi migliora le caratteristiche fisico-meccaniche del suolo, può sostituire completamente il letame e solo in parte la fertilizzazione minerale. Il suo impiego rappresenta non solo ad un apporto diretto di elementi minerali (azoto, fosforo, potassio, ferro, manganese e magnesio), ma anche ad un aumento della disponibilità dei nutrienti minerali già presenti nel terreno e una crescente mobilitazione delle risorse organiche presenti nel terreno.

La fertilizzazione minerale, organica e alternativa (uso di compost) insieme ai sistemi colturali sono stati la base dei trattamenti utilizzati in alcune prove sperimentali condotte negli ultimi anni dal CRA-SCA, i cui risultati sono riportati in questo lavoro.

Prove sperimentali

Località

Le ricerche di cui in questo lavoro si riferisce sono state condotte a Foggia (41° 27' N, 15° 03' E) nell'azienda sperimentale Pod. 124 del CRA-SCA, rappresentativa di una vasta area pianeggiante di circa 400.000 ha (Capitanata).

Il terreno è un vertisuolo di origine alluvionale, limo-argilloso (Vertic Calcixerept, secondo la Soil Taxonomy, 10th 2006), dotato di discreta fertilità agronomica: N tot. (Kjeldahl) = 0,122 %; P₂O₅ ass. (Olsen) = 41 ppm; K₂O scamb. (Schollemerger) = 1598 ppm; pH (acqua) = 8,33; s. o. (Walkley e Black) = 2,07 %; C/N = 10; capacità idrica di campo a -0,03 MPa = 0,396 m³ m⁻³; punto di appassimento a -1,50 MPa = 0,195 m³ m⁻³ (Richards).

Il clima è "termomediterraneo accentuato" (carte Unesco-FAO), con temperature che possono scendere sotto lo 0 °C in inverno e superare i 40 °C in estate (con valori giornalieri anche superiori a 10 mm d⁻¹ da evaporimetro di classe A). La pioggia è irregolarmente distribuita nel corso dell'anno (550 mm anno⁻¹), concentrata prevalentemente tra novembre e febbraio.

Le prove di cui si riferisce in modo sintetico, rimandando ai lavori citati per un maggior approfondimento, sono le seguenti:

- Prova 1 - Confronto tra 9 avvicendamenti colturali (Rizzo *et al.*, 1993; Ferri e Convertini, 1993; Rinaldi *et al.*, 1996; Rizzo e Rinaldi, 1997);
- Prova 2 - Rotazione girasole-frumento duro (Ferri *et al.*, 1996);
- Prova 3 - Confronti tra fertilizzanti minerali, organici e misti (Rinaldi *et al.*, 2003; Rinaldi *et al.*, 2004; Elia *et al.*, 2006; Elia *et al.*, 2007).

PROVA 1 - CONFRONTO TRA 9 AVVICENDAMENTI CULTURALI

Materiali e metodi

Questa prova sperimentale è stata condotta nell'ambito dei progetti "Ordinamenti colturali" (POC) e "Produzione Agricola Nella Difesa dell'Ambiente" (PANDA) ed ha riguardato il confronto tra 9 avvicen-

damenti colturali (frumento duro, sorgo intercalare, girasole, barbabietola e sorgo da granella) (Tab. 1.1) in combinazione con 2 livelli di input agrotecnico, che si differenziavano per le lavorazioni del terreno (tradizionali nel medio-alto e ridotte nel medio-basso), le irrigazioni (100% e 60% dell'ETc, rispettivamente per il medio-alto e il medio-basso) e le fertilizzazioni:

- medio-alto (200 kg ha⁻¹ di P₂O₅ da perfosfato minerale 19-21%; 50 kg ha⁻¹ di K₂O da solfato potassico 50-52%; 150 kg ha⁻¹ di N da nitrato ammonico 26-27%);
- medio-basso (100 kg ha⁻¹ di P₂O₅ da perfosfato minerale 19-21%; 75 kg ha⁻¹ di N da nitrato ammonico 26-27%).

Risultati e discussione

La produzione media di 9 anni delle diverse colture (Tabella 1.2) mostra valori piuttosto simili tra i due input ad eccezione delle radici scoltate di barbabietola in cui il valore significativamente più elevato si è avuto con l'input medio-alto. Tra i parametri qualitativi risulta elevata la percentuale di proteina del frumento duro nell'input medio-alto e il contenuto di saccarosio nella barbabietola e dell'olio nel girasole nell'input medio basso.

La produzione di granella del frumento duro in rotazione con le altre colture (Figura 1.1) evidenzia l'effetto positivo dell'avvicendamento rispetto alla monosuccessione, specie se in rotazione con girasole e sorgo.

Per il bilancio degli elementi nutritivi si è osser-

vato l'effetto degli input e delle rotazioni sul rapporto tra sostanza secca della granella e nutrienti asportati dalla biomassa totale nel frumento duro, in cui:

- l'efficacia di utilizzazione dell'N risulta indifferenziata negli anni, mentre è significativo l'effetto "input", maggiore nel livello medio-alto;
- le quantità di sostanza secca di granella di frumento per unità di P₂O₅ asportata, non si diversificano né tra le annate, né tra gli avvicendamenti, né tra i livelli di "input";
- le quantità di K₂O asportate, sono risultate mediamente più efficaci nel livello medio-basso.

Tra le annate ci sono differenze nel livello medio-alto, con efficacia di asportazione, in alcuni anni, maggiore per "F", "F+Sa-B" e "F-B".

Le proprietà chimiche del terreno (Tabella 1.3) mostrano per la sostanza organica e l'azoto totale una maggiore efficacia quando il frumento segue il girasole (F-G) e con input medio-basso, per N-NO₃ e N-NH₄ si rilevano valori maggiori nella rotazione "F+So" e con input medio-alto, per il fosforo assimilabile e il potassio scambiabile i migliori risultati si ottengono quando il frumento segue la barbabietola, per la C.S.C. il valore più alto si ha nella rotazione F-G e nessuna differenza tra gli input, per il rapporto C/N non si è mostrata nessuna differenza significativa. Tra questi parametri, il contenuto di sostanza organica nel terreno risulta il più sensibile agli effetti delle rotazioni e dei diversi interventi agronomici da attribuire alle diverse asportazioni colturali.

Tabella 1.1 - Elenco delle rotazioni a confronto

Table 1.1 - List of the rotations to comparison

Lunghezza	Rotazioni	Culture
Annuale	F	Frumento
Annuale	F + Sa	Frumento + Soia
Annuale	F + So	Frumento + Sorgo
Biennale	F + Sa - G	Frumento + Soia - Girasole
Biennale	F + Sa - So	Frumento + Soia - Sorgo
Biennale	F + Sa - B	Frumento + Soia - Barbabietola
Biennale	F - B	Frumento - Barbabietola
Biennale	F - G	Frumento - Girasole
Biennale	F - So	Frumento - Sorgo

Tabella 1.2 - Effetto dei livelli di input sulle diverse colture a Foggia (medie di nove anni di trattamento)

Table 1.2 - Effect of the input levels on the different crops at Foggia (average values of nine years of treatment)

Cultura	Parametro	Medio-alto	Medio-basso
Frumento duro	Produzione di granella (t ha ⁻¹)	3.1	3.2
	Proteina (%)	16.2	14.0
Sorgo intercalare	Produzione di granella (t ha ⁻¹)	6.3	5.8
	Peso di 1000 semi (g)	23.8	23.7
Girasole	Produzione di acheni (t ha ⁻¹)	3.2	3.2
	Concentrazione in olio (%)	50.3	51.6
Barbabietola	Radici scoltate (t ha ⁻¹)	49.3	44.7
	Saccarosio (%)	12.6	13.1
Sorgo da granella	Produzione di granella (t ha ⁻¹)	8.0	7.8
	Peso di 1000 semi (g)	22.6	23.1

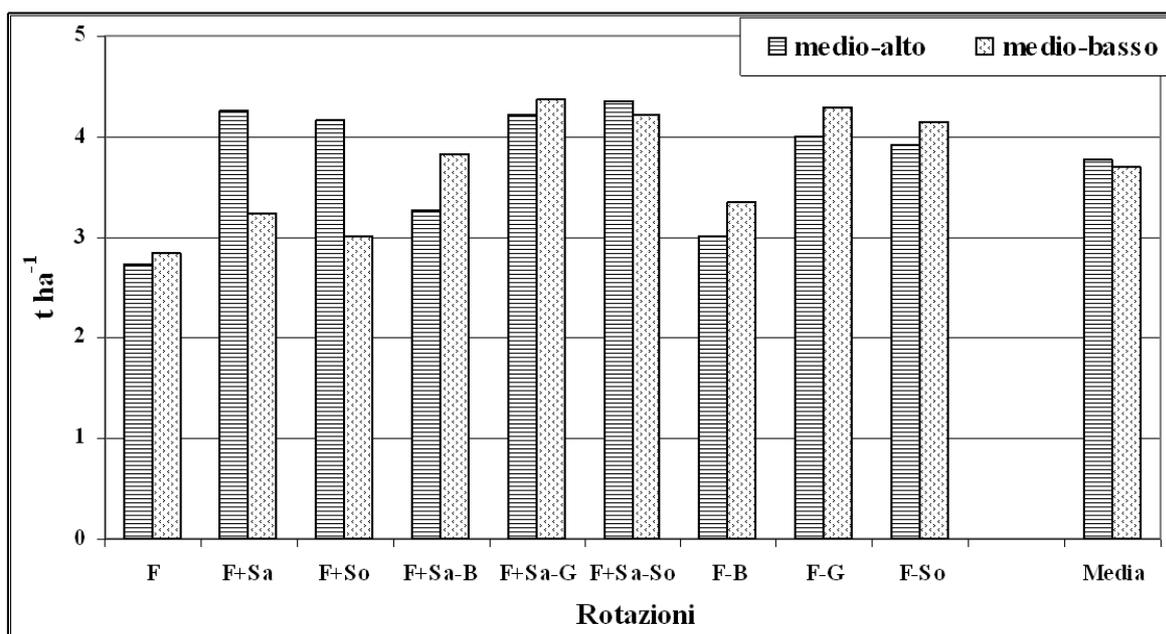


Figura 1.1 - Produzione di granella nel frumento duro in rotazione con altre colture dopo 6 anni di trattamento

Figure 1.1 - Grain yield of durum wheat in rotation with other crops after 6 years of treatment

Tabella 1.3 - Proprietà chimiche del terreno - Effetto di diversi avvicendamenti culturali e livelli di input su frumento duro dopo 6 anni di trattamento

Table 1.3 - Soil chemical characteristics - Effect of different rotations and input levels on durum wheat after 6 years of treatment

Rotazioni	S.O. g/100g	N tot. g/100g	N-NO ₃ mg/kg	N-NH ₄ mg/kg	P ₂ O ₅ mg/kg	K ₂ O mg/kg	C.S.C. meq/100g	C/N
F	2.33 b	0.16 a	13.1 b	3.6 a	24.6 b	985 b	27.7 b	8.6
F + Sa	2.34 b	0.16 a	13.2 b	3.2 b	26.4 b	973 b	27.2 b	8.7
F + Sa - B	2.36 b	0.15 b	11.5 b	2.6 b	29.9 a	1016 b	27.7 b	9.0
F + Sa - G	2.37 b	0.15 b	15.0 a	3.5 a	27.4 b	1034 b	27.3 b	8.9
F + Sa - So	2.31 b	0.15 b	10.1 b	3.2 b	26.7 b	988 b	27.5 b	8.9
F + So	2.33 b	0.15 b	16.0 a	5.2 a	23.9 b	952 b	26.9 b	8.9
F - B	2.35 b	0.16 a	11.9 b	3.0 b	27.6 a	1069 a	27.7 b	8.7
F - G	2.42 a	0.16 a	13.0 b	3.1 b	27.3 b	1064 a	28.0 a	8.9
F - So	2.38 b	0.15 b	12.6 b	3.0 b	27.2 b	1082 a	26.9 b	9.0
Medio-alto	2.25 b	0.15 b	14.8 a	3.9 a	26.3	969 b	27.4	8.7
Medio-basso	2.45 a	0.16 a	11.1 b	3.0 b	27.2	1067 a	27.4	8.9

PROVA 2 - ROTAZIONE GIRASOLE-FRUMENTO DURO

Materiali e metodi

Al fine di ottenere una migliore conoscenza dei meccanismi che regolano l'utilizzo dei nutrienti per le piante, è stato condotto uno studio di 6 anni su una rotazione girasole-frumento duro sottoposto a 4 dosi di azoto minerale (0, 60, 120, 180 kg N ha⁻¹), di cui si riportano gli effetti degli anni, delle colture e delle dosi di fertilizzante.

Le dosi di azoto (nitrato ammonico) sono state distribuite per la coltura del girasole in quantità pari a 60 kg ha⁻¹ N alla semina e 120 e 180 kg ha⁻¹ N in tre tempi: 1) alla semina; 2) alla 4^a foglia vera; 3) alla 15^a foglia vera, mentre per la coltura del frumento duro in quantità pari a 60 - 120 - 180 kg ha⁻¹ N, in due tempi: 1) fine lavorazione; 2) alla levata.

Risultati e discussione

I risultati mostrano una differenza significativa nella resa in granella per gli effetti "anno" e "dosi di

azoto” in entrambe le colture esaminate (Figure 2.1 e 2.2), inoltre, si è raggiunto il massimo di produzione già con la dose di 60 kg N ha⁻¹, ma solo a dosi più alte si ha una diminuzione della bianconatura nel frumento e un aumento del contenuto in proteine della granella in entrambe le colture (dati non mostrati).

Al fine di osservare l’effetto della fertilizzazione

azotata nell’ambiente coltivato è stata calcolata la “efficienza d’uso di azoto” (NUE = Nitrogen Use Efficiency). La NUE è calcolata dal rapporto tra la resa della sostanza secca e l’azoto asportato dall’intera pianta. Nell’esperienza condotta i valori più bassi sono stati osservati per le dosi più alte (120 e 180 kg N ha⁻¹), ad eccezione dell’anno 1985.

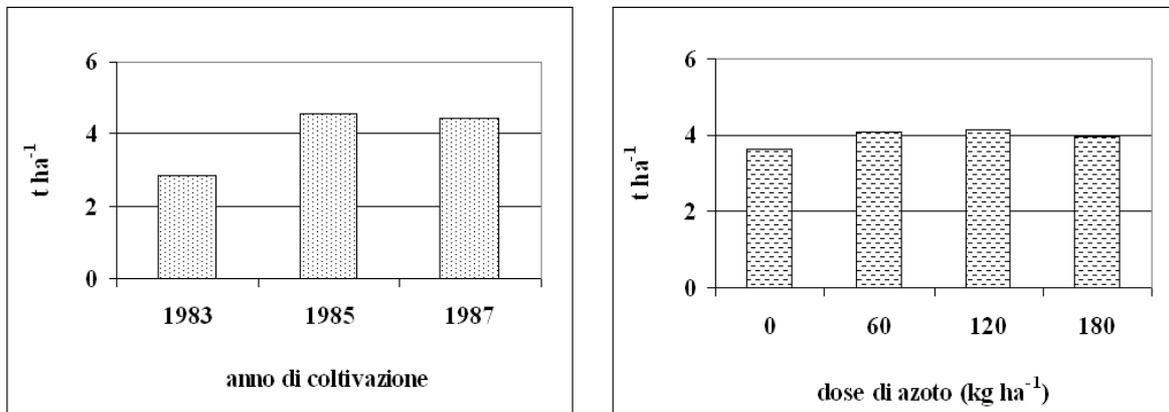


Figura 2.1 - Produzione di acheni di girasole: media per i tre anni di prove e dei 4 trattamenti di fertilizzazione azotata

Figure 2.1 - Sunflower achenes yield: average values for 3 years of trial and of 4 nitrogen treatments

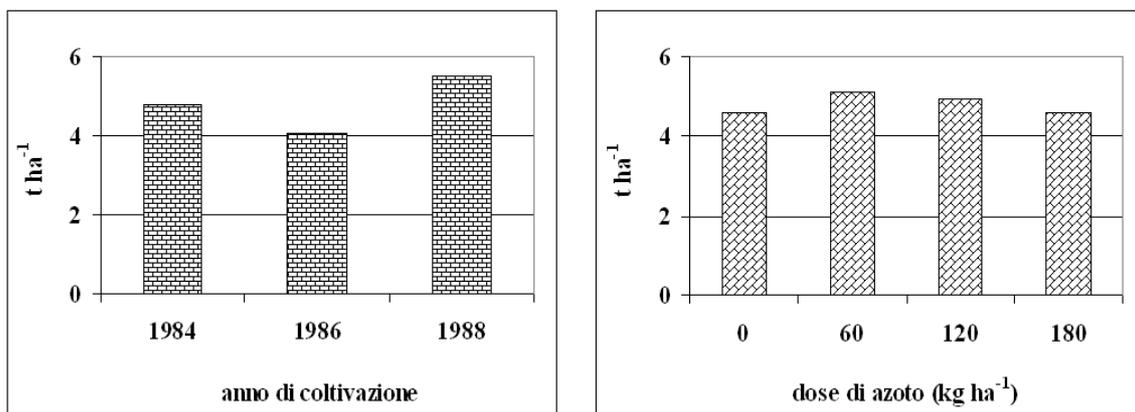


Figura 2.2 - Produzione di granella di frumento: media per i tre anni di prove e dei 4 trattamenti di fertilizzazione azotata

Figure 2.2 - Durum wheat grain yield: average values for 3 years of trial and of 4 nitrogen treatments

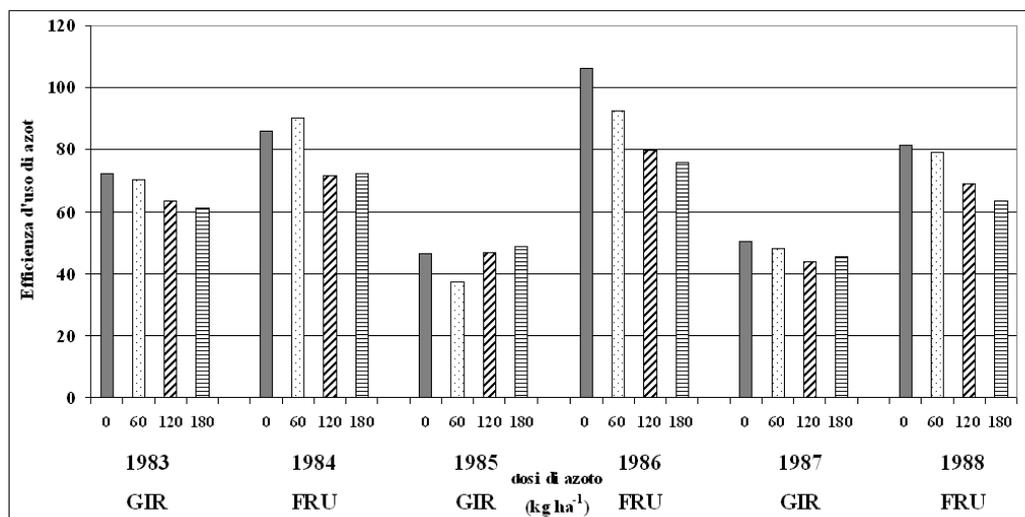


Figura 2.3 - Efficienza d'uso di azoto del girasole (GIR) e del frumento duro (FRU): interazione "anno x azoto"

Figure 2.3 - Nitrogen use efficiency of the sunflower (GIR) and of the durum wheat (FRU): "year x nitrogen" interaction

PROVA 3 - CONFRONTI TRA FERTILIZZANTI MINERALI, ORGANICI E MISTI

Materiali e metodi

I confronti tra fertilizzanti minerali, organici e misti sono stati eseguiti su una rotazione pomodoro-leguminosa (lupino e pisello proteico), dal 2002 al 2005.

Le quattro tesi di fertilizzazione sono state le seguenti:

- BIO: fertilizzante organico biologico derivante dall'idrolisi enzimatica di matrici animali (pelli e cuoio torrefatti);
- COMP: compost sperimentale realizzato partendo da matrici animali e vegetali, come riportato in Tabella 3.1;
- MIX: il 50% delle unità fertilizzanti deriva da un ammendante compostato misto a base di scarti vegetali e il restante 50% da fertilizzante minerale;
- MIN: fertilizzante minerale (perfosfato minerale per la leguminosa, nitrato ammonico per il pomodoro).

Per la coltura leguminosa (lupino, cv. Multitalia nel 2003 e pisello proteico, cv. Aravis nel 2004 e 2005) si sono dosati i fertilizzanti in modo da distribuire in presemina 60 kg ha⁻¹ di anidride fosforica, mentre per il pomodoro (ibrido Perfectpeel, a bacca tonda) si sono distribuiti 100 kg ha⁻¹ di azoto, distribuiti in pre-trapianto e all'allegaggione. Le quantità di compost utilizzate negli anni e per le due colture sono variate tra le 2,2 e le 6,6 t ha⁻¹ di materiale tal quale.

Sono riportati i risultati ottenuti sulla resa (Tabelle 3.2 e 3.3), sui residui nel terreno (Figura 3.1), [contenuto di azoto minerale, carbonio organico totale (TOC) e fosforo assimilabile] ed anche sui metalli pesanti nel terreno (rame, zinco e piombo) (Figura 3.2). I parametri sul suolo sono stati determinati all'inizio della prova (t₀) e al termine (t_f) dei singoli cicli colturali (autunno), nello strato compreso tra 0 e 40 cm.

Risultati e discussione

La coltura di lupino dolce (Tabella 3.2), per l'eccessiva piovosità che ha causato ristagni idrici e condizioni asfittiche a livello radicale con conseguenza insorgenza di attacchi fungini degli agenti del "mal del piede", ha portato una risposta generale assolutamente negativa, con rese oscillanti tra 0,4 e 0,7 t ha⁻¹.

Per quanto riguarda il pisello proteico (Tabella 3.2), i risultati sono stati molto interessanti per le rese in seme (in media 3,5 t ha⁻¹), questo conferma la buona adattabilità del pisello proteico, già osservato da Vonella *et al.* (1991) nello stesso ambiente. Differenze significative tra le quattro tesi fertilizzanti si sono osservate nel 2005 a favore della tesi MIX,

che prevedeva parte del fosforo sotto forma minerale e parte del fosforo come ammendante compostato misto vegetale.

I risultati ottenuti sul pomodoro da industria (Tabella 3.3), mostrano differenze tra le tesi, nelle quali è emersa la tesi BIO nel 2003 e la tesi COMP nel 2004. In particolare, quando i ritmi di mineralizzazione sono abbastanza spinti (2003) il fertilizzante biologico può supportare meglio la produzione. Globalmente nell'intero periodo di prova è emerso come la tesi MIN è statisticamente inferiore alle altre tre tesi che prevedevano fertilizzanti organici.

I diversi trattamenti in prova hanno indotto le seguenti variazioni sulla fertilità delle parcelle sperimentali (Figura 3.1),

nelle parcelle ex-pomodoro:

- l'N minerale (NO₃⁻ + NH₄⁺) aumenta solo nelle parcelle in cui si effettua la concimazione MIN o MIX, e ciò significa che queste tipologie di concimazione, sono meno efficienti di quella organica o biologica, in quanto a fine prova è rimasto nel suolo un contenuto residuo di N minerale; cosa che non accade con la fertilizzazione organica (Elia *et al.*, 2006; Elia *et al.*, 2007);
- il TOC mostra nel tempo un trend positivo, solo quando si applica il compost ottenuto con reflui zootecnici;
- il P assimilabile mostra un aumento nelle parcelle trattate con BIO e COMP.

nelle parcelle ex-leguminose:

- il contenuto in N minerale, diminuisce nel corso del tempo per effetto di tutti i 4 trattamenti effettuati. Questo risultato sperimentale, ottenuto in pieno campo, indipendentemente dalla tipologia del trattamento fertilizzante, va messo probabilmente in relazione ad uno o più processi di trasporto e/o trasformazione dell'N ad opera di eventi climatici o condizionati dalla biomassa microbica del suolo;
- le variazioni di TOC sono più contenute e non risultano nettamente attribuibili alla fertilizzazione organica;
- il P assimilabile mostra un incremento apprezzabile rispetto al t₀ con il trattamento biologico (BIO).

Le variazioni riscontrate sul contenuto in metalli pesanti (Figura 3.2) delle parcelle di terreno coltivate, nel periodo di prova, hanno posto in evidenza che, rispetto alla situazione presente prima dell'avvio della prova sperimentale (t₀), sia nelle parcelle ex-pomodoro e sia nelle parcelle ex-leguminose, sono state osservate variazioni, non attribuibili ai trattamenti sperimentali.

Tabella 3.1 - Tipologia dei diversi compost sperimentali nel quadriennio di prova

Table 3.1 - Composition of the different experimental composts in the 3 years of trial

Anno di applicazione	Matrice	% in peso dei diversi componenti
2002	Sansa vergine - Paglia di frumento - Pollina	82 - 10 - 8
2003	Sansa vergine - Paglia di frumento - Stallatico - Pastazzo di arance - Foglie di olivo	43 - 2 - 5 43 - 7
2004	Sansa denocciolata - Paglia di frumento - Cascami di lana - Segatura	72 - 10 11 - 7
2005	Sansa denocciolata - Paglia di frumento - Pollina - Urea	90 - 4 5 - 1

Anno di sperimentazione	Coltura	Trattamenti sperimentali				media
		COMP	BIO	MIX	MIN	
2002	Lupino	0.4	0.6	0.5	0.7	0.6
2003	Pisello	2.8	2.9	3.0	2.6	2.8
2004	Pisello	3.8	3.7	3.9	4.2	3.9
2005	Pisello	3.9	3.8	3.6	3.4	3.7
media		2.7	2.8	2.8	2.7	2.7

Tabella 3.2 - Produzione (in t ha⁻¹) di seme delle leguminose confrontate in funzione delle tesi fertilizzanti.

Table 3.2 - Seed yield (in t ha⁻¹) of the lupin and proteic pea in the fertilizing treatments

Anno di sperimentazione	Trattamenti sperimentali				media
	COMP	BIO	MIX	MIN	
2002	133.9	136.2	140.8	139.0	137.5
2003	99.0	106.7	88.9	85.4	95.0
2004	84.1	66.4	80.1	64.1	73.7
2005	77.0	74.1	74.7	76.0	75.5
media	98.5 A	95.9 A	96.1 A	91.1 B	95.4

Tabella 3.3 - Produzione (in t ha⁻¹) di bacche commerciabili del pomodoro da industria sottoposto alle quattro tesi fertilizzanti.

Table 3.3 - Marketable fruit yield (in t ha⁻¹) of the tomato in the 4 fertilizing treatments

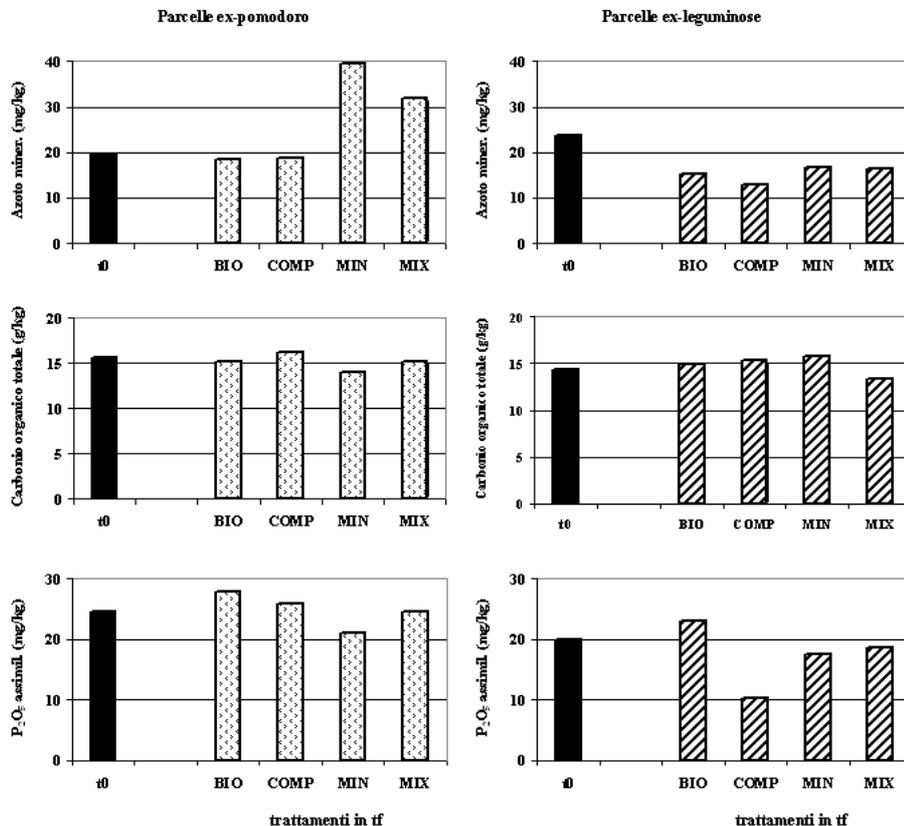


Figura 3.1 - Contenuto in azoto, carbonio organico totale e fosforo nei terreni ex-pomodoro ed ex-leguminose in funzione delle tesi fertilizzanti

Figure 3.1 - Nitrogen, organic total carbon and phosphorus content in the ex- tomato and ex-legumes soils in function of the fertilizing treatments

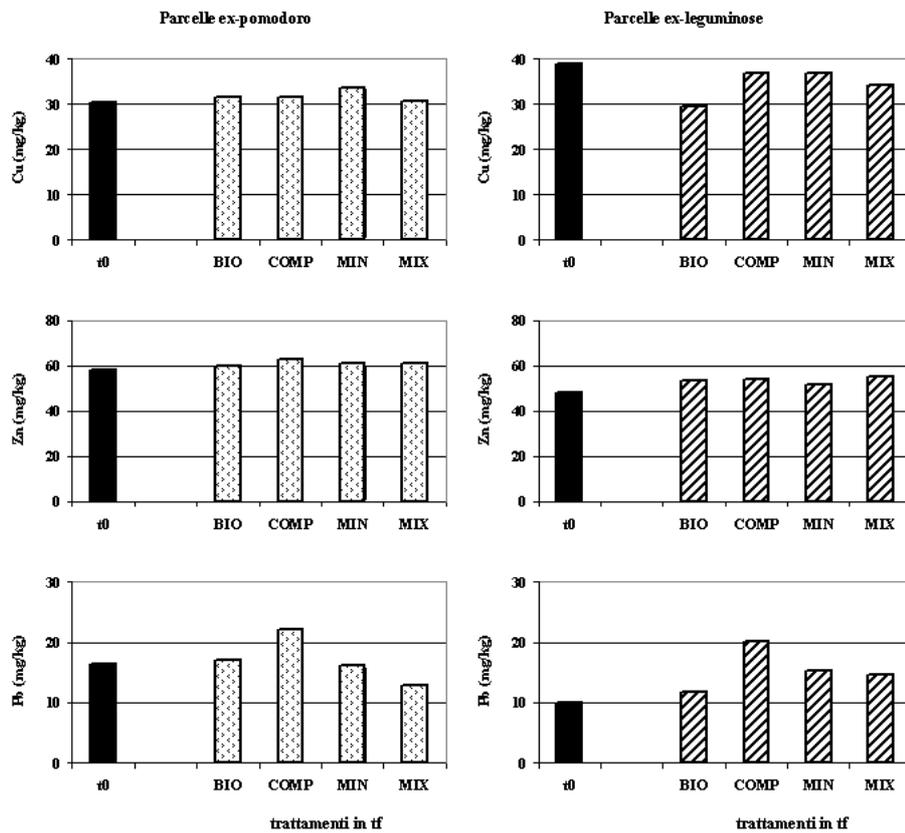


Figura 3.2 - Contenuto in metalli pesanti dei terreni ex-pomodoro ed ex-leguminose in funzione delle tesi fertilizzanti

Figure 3.2 - Heavy metals content in the ex-tomato and ex-legumes soils in function of the fertilizing treatments

Conclusioni

Da tutte queste prove agronomiche di pieno campo è possibile trarre delle conclusioni sintetizzabili come segue:

- la fertilizzazione delle colture interagisce molto con il sistema colturale inteso come sequenza delle colture e tecnica agronomica adottata, a causa delle diverse asportazioni e della produzione e gestione dei residui vegetali;
- la fertilizzazione minerale può essere ridotta senza significative riduzioni di produzione;
- la fertilizzazione organica è una pratica che si è dimostrata equivalente, ed in alcuni casi superiore, a quella minerale.

Bibliografia

- Elia A., Trotta G., Convertini G., Vonella A.V., Rinaldi M., 2006. Alternative fertilisation for processing tomato in Southern Italy. *Acta Horticulturae*, 700, 261-265.
- Elia A., Conversa G., Trotta G., Rinaldi, M., 2007. Organic fertilization on soil water content, yield and quality of processing tomato. *Acta Horticulturae*, 758, 339-344.
- Ferri D., Convertini G., 1993. Regimi transitori di fertilità del suolo indotti da diversi precedenti colturali ed interventi agronomici in un caratteristico ambiente meridionale. *Agric. Ric.*, 151/152, 155-174.
- Ferri D., De Giorgio D., Rinaldi M., 1996. Relationship between nitrogen fertilization on crop rotation

“Sunflower - Durum Wheat” and nitrogen cycle in Southern Italy. Proc. of 14th International Sunflower Conference, 12-20 June, Beijing-Shenyang (P. R. China), 375-382.

- Rinaldi M., Rizzo V., Ferri D., Convertini G., Carlone G., 1996. Valutazione agronomica ed energetica di ordinamenti cerealicoli e cerealicolo-industriali a differente intensivazione agrotecnica e colturale. *Agric. Ric.*, 164-165-166, 275-286.
- Rinaldi M., Trotta G., Convertini G., Vonella A.V., Elia A., 2003. Impiego su pomodoro da industria di fertilizzanti azotati alternativi. *L'Inf. Agr.*, 11, 75-78.
- Rinaldi M., Trotta G., Ferri D., Vonella A.V., Elia A., 2004. Fertilizzanti azotati “alternativi” su pomodoro da industria. *L'Inf. Agr.*, 11, 65-68.
- Rizzo V., Rinaldi M., 1997. Rotazioni annuali e biennali a confronto nell'Italia meridionale. *Terra e Vita*, suppl. al n. 7, 44-47.
- Rizzo V., Rinaldi M., Di Bari V., Maiorana M., De Giorgio D., Carlone G., 1993. Valutazione agronomica ed energetica di ordinamenti cerealicoli e cerealicolo-industriali a differente intensivazione agrotecnica e colturale. *Agric. Ric.*, 151/152, 57-68.
- Vonella A.V., Rinaldi M., Rizzo V., Ventrella D., Santamaria P., Carlone G., 1991. Influenza delle epoche di semina e delle varietà sul ciclo biologico e sulle produzioni di pisello proteico. *Ann. Ist. Sper. Agron.*, Bari, 22, 49-65.

Codice di Buona Pratica Agricola e norme vigenti in Italia

Anna Benedetti ^{1*}, Rosa Francaviglia ¹, Mario Marino ²

¹ CRA - Centro di Ricerca per lo Studio delle Relazioni tra Suolo e Pianta -via della Navicella 2/4, 00184 Roma

² Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali POSR III Via XX Settembre 20, 00187 Roma

*Corresponding author: e-mail anna.benedetti@entecra.it - tel. 06-7008721

Riassunto

Nel presente lavoro verrà illustrato il Codice di Buona Pratica Agricola di riferimento nazionale, le norme a cui fa riferimento e quelle ad esso afferenti in vigore attualmente in Italia.

L'atto normativo da cui scaturisce il codice di buona pratica agricola per la protezione delle acque dai nitrati è la Direttiva 91/676/EEC del 12/12/1991 meglio nota come "Direttiva Nitrati". Essa si compone di 13 articoli dei quali:

l'art. 1 descrive l'obiettivo della direttiva che è quello di ridurre l'inquinamento delle acque da nitrati causato direttamente o indirettamente dall'agricoltura;

l'art. 3 prescrive l'individuazione delle zone vulnerabili "cioè quelle che scaricano nelle acque nitrati di origine agricola";

l'art. 4 prescrive: "fissare un codice o più codici di buona pratica agricola applicabili a discrezione degli agricoltori";

l'art. 5 prescrive che gli stati membri fissino programmi d'azione per le zone designate vulnerabili;

l'art. 6 fissa la metodologia per il controllo dell'inquinamento da nitrati delle acque.

Strettamente collegati all'articolato sono gli allegati che fissano:

Allegato I: i criteri per individuare le acque inquinate da nitrati di cui all'art.3;

Allegato II: il codice di buona pratica agricola con l'elencazione di alcune disposizioni di base;

Allegato III: le misure da inserire nei programmi d'azione con riferimento all'articolo 5.

Con D.M. MIPAF 19 aprile 1999 (S.O. G.U. n. 102 del 04/05/99) è stato ufficializzato il Codice di Buona Pratica Agricola per la protezione delle acque dai nitrati di riferimento nazionale, mentre con D.Lgs. n. 152 dell'11 maggio 1999 è stata recepita la direttiva nitrati e sono state designate le prime aree vulnerabili sul territorio nazionale. Inoltre tale decreto introduce all'art. 38 il concetto di utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento i cui criteri e norme tecniche generali sono stati emanati con D.M. MIPAF 7 aprile 2006 (S.O. G.U. 12/05/06 n. 109).

Questi atti normativi, con carattere di riferimento nazionale, hanno chiamato le amministrazioni regionali ad individuare le aree vulnerabili sul proprio territorio, a redigere codici regionali e programmi d'azione mirati, talvolta più restrittivi del codice nazionale. Inoltre qualora una amministrazione non si fosse dotata di un suo codice regionale sarebbe diventato cogente in area vulnerabile il codice di riferimento nazionale.

Il codice di buona pratica agricola di riferimento nazionale fissa quattro punti fondamentali da considerare per la protezione delle acque dai nitrati di origine agricola e precisamente:

1. conoscenza dell'ambiente pedoclimatico;
2. conoscenza dell'azienda e della coltura;
3. conoscenza dei mezzi tecnici;
4. predisposizione di un piano di fertilizzazione.

Verrà altresì illustrato brevemente lo stato attuale della implementazione della normativa.

Premessa

L'atto normativo da cui scaturisce il codice di buona pratica agricola per la protezione delle acque dai nitrati è la Direttiva 91/676/EEC del 12/12/1991 relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole, meglio nota come "Direttiva Nitrati". In particolare nei considerando esplicita che:

- in alcune regioni degli Stati membri il contenuto in nitrati nell'acqua è in aumento ed è già elevato rispetto alle norme fissate nella direttiva 75/440/CEE (che stabiliva una concentrazione massima pari a 50 ppm);
- se da un lato per l'agricoltura comunitaria è necessario l'impiego di fertilizzanti azotati, dall'altro l'uso eccessivo di fertilizzanti costi-

tuisce un rischio ambientale e che per controllare i problemi derivanti dall'allevamento intensivo è necessaria un'azione comune e che la pratica agricola deve prendere maggiormente in considerazione la politica ecologica;

- che è indispensabile che gli stati membri individuino le zone vulnerabili e progettino ed attuino programmi d'azione per ridurre l'inquinamento idrico provocato da composti azotati;
- i nitrati di origine agricola sono la causa principale dell'inquinamento proveniente da fonti diffuse che colpisce le acque comunitarie.

Essa si compone di 13 articoli dei quali i principali sono:

- l'art. 1 in cui si descrive l'obiettivo della direttiva che è quello di ridurre l'inquinamento delle

acque da nitrati causato direttamente o indirettamente dall'agricoltura;

- l'art. 3 che prescrive l'individuazione delle zone vulnerabili "cioè quelle che scaricano nelle acque nitrati di origine agricola";
- l'art. 4 che prescrive: "fissare un codice o più codici di buona pratica agricola applicabili a discrezione degli agricoltori";
- l'art. 5 che prescrive che gli stati membri fissino programmi d'azione per le zone designate vulnerabili;
- l'art. 6 che fissa la metodologia per il controllo dell'inquinamento da nitrati delle acque.

Strettamente collegati all'articolato sono gli allegati che fissano:

Allegato I: i criteri per individuare le acque inquinate da nitrati di cui all'art.3;

Allegato II: il codice di buona pratica agricola con l'elencazione di alcune disposizioni di base;

Allegato III: le misure da inserire nei programmi d'azione con riferimento all'articolo 5.

Con D.M. MIPAF 19 aprile 1999 (S.O. G.U. n. 102 del 04/05/99) è stato ufficializzato il Codice di Buona Pratica Agricola per la protezione delle acque dai nitrati di riferimento nazionale, mentre con D.Lgs. n. 152 dell'11 maggio 1999 è stata recepita la direttiva nitrati e sono state designate le prime aree vulnerabili sul territorio nazionale. Inoltre tale decreto introduce all'art. 38 il concetto di utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento i cui criteri e norme tecniche generali sono stati emanati con D.M. MIPAF 7 aprile 2006 (S.O. G.U. 12/05/06 n 109). Infine il D.M. 18 ottobre 2007 che modifica ed integra il decreto ministeriale 21 dicembre 2006 – allegati A e B

Questi atti normativi, con carattere di riferimento nazionale, hanno chiamato le amministrazioni regionali ad individuare le aree vulnerabili sul proprio territorio, a redigere codici regionali e programmi d'azione mirati, talvolta più restrittivi del codice nazionale. Inoltre qualora una amministrazione non si fosse dotata di un suo codice regionale sarebbe diventato cogente in area vulnerabile il codice di riferimento nazionale.

Vi sono tutta una serie di problematiche legate alla direttiva nitrati per l'Italia connesse alla procedura di infrazione nei confronti del Governo italiano (4 aprile 2005) per la non corretta attuazione degli articoli 3 e 5 della direttiva per:

- non aver rispettato i criteri previsti dall'allegato I alla direttiva relativi all'individuazione delle acque inquinate e di quelle che potrebbero essere inquinate;
- non aver entro due anni dalla notifica della direttiva adempiuto all'obbligo di designare tutte le zone vulnerabili ai nitrati;
- non aver effettuato la prevista revisione quadriennale della designazione delle zone vulnerabili.

I contenuti del codice di buona pratica agricola per la protezione delle acque dai nitrati (CBPA)

Ai sensi di quanto predisposto nella direttiva nitrati l'Italia, con DM 19 aprile 1999 pubblicato sul S.O. G.U. n. 102 del 4/05/1999, si è dotata di un codice di buona pratica agricola di riferimento nazionale.

Il CBPA, applicabile a discrezione degli agricoltori fissa dei criteri da utilizzare per contenere l'inquinamento delle acque superficiali e profonde da fonti agricole sulla base di quattro elementi fondamentali:

1. la conoscenza dell'ambiente pedoclimatico;
2. la conoscenza dell'azienda e della realtà aziendale;
3. la conoscenza dei mezzi tecnici;
4. la predisposizione di un piano di fertilizzazione sulla base del bilancio dell'azoto.

Infatti l'impatto della fertilizzazione azotata dipende in massima parte dalle condizioni pedoclimatiche. Le caratteristiche del suolo possono influenzare pesantemente il ciclo dell'azoto nel sistema suolo-pianta, pertanto ai fini di un contenimento del rischio di inquinamento delle falde idriche e delle acque superficiali è fondamentale determinare correttamente il bilancio idrologico del sito.

Inoltre è necessario calibrare le concimazioni in funzione della coltura da mettere in campo con percorsi tecnici mirati utilizzando i formulati più idonei e soprattutto conoscendo le reali esigenze nutritive della coltura. Questo non solo consentirà di non disperdere azoto nell'ambiente, ma di ottimizzare le produzioni in termini quantitativi, qualitativi ed energetici. E' altresì consigliato di operare una fertilizzazione integrata cercando di ottimizzare ogni forma di recupero dell'elemento attraverso il riciclo di biomasse organiche presenti in azienda (effluenti di allevamento, residui colturali, ecc).

Altro elemento fondamentale è legato alla conoscenza dei mezzi tecnici di tipo industriale. Attualmente sono presenti sul mercato formulati diversi che vanno da prodotti di sintesi chimica di consolidato e conosciuto utilizzo, fino ai prodotti più innovativi (lento rilascio, organo-minerali, biostimolanti, biofertilizzatori, ecc) per i quali è necessario un supporto tecnico e conoscitivo al fine di ottimizzarne l'efficienza.

Sono stati proposti diversi parametri per valutare l'efficienza di resa dei concimi intesa come la sintesi di tre diversi elementi:

Efficienza di resa = $\frac{\text{resa produttiva}}{\text{elemento applicato}}$

Efficienza di recupero = $\frac{\text{elemento recuperato}}{\text{elemento applicato}}$

Efficienza fisiologica = $\frac{\text{resa produttiva}}{\text{elemento recuperato}}$

I concimi che garantiscono una maggiore dotazione di elementi nutritivi disponibili per le colture, per tempi più lunghi e comunque in "sincronia" con le esigenze delle colture sono caratterizzati da una più alta efficienza di impiego.

Predisposizione del piano di fertilizzazione (PF)

Elemento chiave del CBPA è la predisposizione del piano di fertilizzazione. Il PF è il documento con il quale in funzione delle caratteristiche del suolo, del clima, delle colture previste, della loro produzione attesa determina quantità, tempi e modalità di distribuzione dei fertilizzanti.

Il piano di fertilizzazione deve fornire indicazioni sulle dosi di fertilizzante da somministrare, sulle epoche di somministrazione, sulle modalità di distribuzione.

Il PF si deve basare sul bilancio dell'azoto, sia pure in forma semplificata.

Dose di fertilizzante da applicare = (fabbisogni colturali) - (apporti naturali di N) + (immobilizzazioni e dispersioni di N)

In area vulnerabile il CBPA non è più di uso a discrezione degli agricoltori, ma diventa obbligatorio prendere in considerazione quanto stabilito dal decreto 7 aprile 2006 "criteri e norme tecniche generali per la disciplina regionale dell'utilizzazione agronomica (PUA) degli effluenti di allevamento, di cui all'art.38 del decreto legislativo 11 maggio 1999, n.152 e successive modifiche ed integrazioni che definisce:

1. ambito di applicazione;
2. criteri generali di utilizzazione;
3. divieti di utilizzazione,
4. modalità di stoccaggio;

5. le modalità di utilizzazione agronomica (in base alle caratteristiche idrogeologiche e geomorfologiche del sito, delle caratteristiche chimico-fisiche del suolo, del tipo di effluente, delle colture praticate e della relativa fase vegetativa, ecc.)

Cosa sono chiamati a fare gli agricoltori se si trovano in area vulnerabile?

Gli agricoltori che si trovano ad operare in aree vulnerabili dovranno applicare quanto prescritto nel relativo programma d'azione emanato dalla propria Regione.

Quale riferimento normativo l'allegato III della direttiva ha stabilito quali misure minime debbano essere attuate in area vulnerabile:

- i) periodi in cui è proibita l'applicazione al terreno dei fertilizzanti;
- ii) capacità dei depositi per gli effluenti di allevamento;
- iii) limitazione della applicazione al terreno dei fertilizzanti conformante alla buona pratica agricola, basata principalmente sulla redazione di piani di utilizzazione agronomica e sul bilancio dell'azoto; in particolare, inoltre stabilisce il quantitativo di effluente di allevamento che non deve superare i 170 kg/ha di N/anno.

Per la redazione di un piano di utilizzazione agronomica dovranno essere acquisite le seguenti informazioni per risolvere l'equazione prevista dal bilancio sem-

plificato dell'azoto per la quale è necessario conoscere:

- la quantità di azoto presente nel suolo nel momento in cui la coltura inizia ad assorbirlo in maniera significativa;
- l'apporto di composti azotati tramite la mineralizzazione netta delle riserve di azoto organico nel suolo;
- l'aggiunta di composti azotati provenienti da effluenti di allevamento e acque reflue;
- l'azoto delle deposizioni atmosferiche,

per soddisfare all'equazione:

Dose di fertilizzante da applicare = (fabbisogni colturali) - (apporti naturali di N) + (immobilizzazioni e dispersioni di N)

Di seguito vengono proposti alcuni esempi applicativi.

Caso 1: Zona vulnerabile, azienda a prevalente indirizzo zootecnico, coltura MAIS da insilato.

Apporti naturali di N nel terreno = 75 kg/ha (che tiene conto della mineralizzazione dell'azoto, dell'azoto proveniente dai residui della coltura precedente, dall'azoto residuo delle precedenti letamazioni)

Fabbisogno colturale del mais = 210 Kg/ha

Immobilizzazioni e dispersioni = 40 kg/ha

Dose di fertilizzante = $210 - 75 + 40 = 175$ kg/ha

La dose di 175 kg/ha potrà essere somministrata unicamente sottoforma di effluente zootecnico, oppure ripartita tra effluente e concime minerale, o ancora come solo concime minerale tenendo conto dell'efficienza della concimazione effettuata con l'effluente come previsto nei diversi piani d'azione regionali. Se al mais dovesse seguire un'altra coltura autunno-vernina, questa potrà ricevere come effluente unicamente la differenza tra 170 e l'effluente effettivamente somministrato.

Questo comporta che se un effluente avrà una efficienza pari al 50%, somministrando 170 kg/ha di N da effluente nel bilancio dell'azoto ne entrano 85 quindi per raggiungere i 175 kg/ha di concimazione azotata necessaria alla coltura si dovranno somministrare $175 - 85 = 90$ kg/ha di N da concime minerale, il rimanente 50 % andrà conteggiato nelle fertilizzazioni degli anni a seguire secondo le tabelle riportate nei programmi d'azione.

Caso 2: Zona vulnerabile, azienda a prevalente indirizzo zootecnico, coltura avena

Apporti naturali di N nel terreno = 50 kg/ha (che tiene conto della mineralizzazione dell'azoto, dell'azoto proveniente dai residui della coltura precedente, dall'azoto residuo delle precedenti letamazioni)

Fabbisogno colturale dell'avena = 100 kg/ha

Immobilizzazioni e dispersioni = 50 kg/ha

Dose di fertilizzante = $100 - 50 + 50 = 100$ kg/ha

In questo caso se si concimerà con 100 Kg/ha di N da effluente zootecnico e all'avena dovesse seguire un'altra coltura nell'arco di 12 mesi, si potrà inter-

venire con l'aliquota rimanente pari a $170-100=70$, ovviamente con le dovute integrazioni da concimazione minerale che tenga conto dell'efficienza dell'effluente come nell'esempio precedente.

Conclusioni

L'applicazione della direttiva nitrati sta comportando nel mondo agricolo una serie di problematiche che stanno mettendo realmente in difficoltà la zootecnia italiana; al contempo però è importante sottolineare che dall'emanazione della direttiva nitrati ad oggi è andata aumentando notevolmente la consapevolezza del ruolo fondamentale che riveste l'agricoltura nei confronti della qualità dell'ambiente ed il ruolo insostituibile dell'agricoltore a presidio del territorio.

Alcuni Paesi hanno presentato alla Commissione Europea motivata richiesta di deroga ai quantitativi massimi di effluenti da somministrare alle colture, come ad esempio Le Fiandre (6 novembre 2007) e l'Italia potrà accedere a questa opportunità solo nel momento in cui verrà ritirata la procedura di infrazione e saranno considerati opportuni piani e programmi di monitoraggio delle acque superficiali e profonde tenuto conto anche della Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.

La richiesta di deroga della regione belga delle Fiandre dall'obbligo dei 170 Kg/ha/anno di azoto zootecnico nelle zone vulnerabili da nitrati, prevede la possibilità di elevarne la dose in colture ad elevata domanda di azoto secondo la seguente articolazione:

- Fino a 250 Kg/ha/anno per prati permanenti o temporanei e per mais in doppia coltura;
- Fino a 200 Kg/ha/anno per cereali autunno-vernini seguiti da colture di copertura, barbabietola da zucchero e da foraggio.

La richiesta di deroga è stata avanzata, oltre che per i liquami degli erbivori (bovini, esclusi i vitelli a carne bianca, pecore, capre e cavalli), anche per i liquami suinicoli, essendo le Fiandre una regione nella quale l'allevamento dei suini assume forte rilevanza ed è caratterizzato da forme esclusivamente di tipo intensivo.

Si tratta della prima volta che la Commissione prende in esame una possibile deroga anche per i liquami dei suini e per i terreni a seminativo, essendo state fino ad ora concesse deroghe solo per i bovini e, quasi sempre, per i soli assetti colturali a prato.

Inoltre per poter lucrare una deroga l'Italia dovrebbe:

- produrre un'analisi accurata del trend dei nitrati nelle acque di falda e fosforo nelle acque superficiali;
- i trend dovrebbero presentare un decremento delle concentrazioni in nutrienti;
- presentare elaborazioni di scenario nel quale

l'utilizzo di effluenti di allevamento in dosi superiori ai 170 kg/ha/anno di N non comprometta la qualità delle acque.

Il Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali, alla luce di quanto sopra riportato, ha istituito due gruppi di lavoro per la definizione di un programma nazionale d'azione nell'ambito delle zone vulnerabili da nitrati da proporre come documento tecnico all'esame della Conferenza Stato-Regioni.

Nei due Gruppi di lavoro oltre ai rappresentanti dei Dicasteri interessati, siedono le Regioni e le Province Autonome, gli Enti di Ricerca e le Università, Organizzazioni professionali ed Organizzazioni industriali di settore.

I compiti di questi due gruppi di lavoro possono essere così riassunti:

- 1) elaborazione di un piano nazionale d'azione sui nitrati: nell'ambito di questo gruppo si può considerare la possibilità di elaborare la documentazione necessaria per avvalersi della deroga per superare il limite dei 170 kg/ha/anno, nonché individuare strategie diverse dall'utilizzazione agronomica degli effluenti nel caso in cui non ci siano terreni disponibili o di sufficiente estensione per effettuare lo spandimento (scopi energetici, compostaggio, esportazione al di fuori del territorio, ecc.)
- 2) revisione del DM 7 aprile 2006: il lavoro del gruppo nasce dalla necessità che tale provvedimento sia adeguato al D.Lgs. 152/2006 ed al suo correttivo, nonché eventuali emendamenti che rendano più agevole la sua applicazione da parte delle Regioni.

Bibliografia

- Benedetti A.; Sequi P. Coordinatori: "Codice di Buona Pratica Agricola per la protezione delle acque dai nitrati". Quaderno PANDA n. 1. Edagricole (1995).
- Benedetti A.; Sequi P. Coordinatori: "Guida alla Lettura ed Interpretazione del Codice di Buona Pratica Agricola per la protezione delle acque dai nitrati". Quaderno PANDA n. 2. Edagricole (1995).
- Benedetti A. e Sequi P.: Coordinatori: "I fertilizzanti organici". L'Informatore Agrario Ed. PANDA/L'Informatore Agrario. Vol. n. 1 Edizioni L'Informatore Agrario (1998).
- Figliolia A., Benedetti A. "I fanghi di depurazione delle acque". Progetto editoriale PANDA, L'Informatore Agrario. Vol. 4 Eds L'Informatore Agrario (2004).
- Nannipieri P., Falchini L., Landi L., Benedetti A., Canali S., Tittarelli F., Ferri D., Convertini G., Badalucco L., Grego S., Vittori Antisari L., Raglione M. and Barraclough D.: "Nitrogen uptake by crops, soil distribution and recovery of urea N in a sorghum - wheat rotation in different soils under Mediterranean conditions". Plant and Soil 208 pp. 43-56 (1999).

La Direttiva Nitrati: i casi della Puglia e dell'Orticoltura

Vitangelo Magnifico*, Angelo Domenico Palumbo

CRA - Unità di Ricerca per i Sistemi Colturali degli Ambienti caldo-aridi - via C. Ulpiani, 5 - 70125 Bari

Corresponding Author: E-mail: vitangelo.magnifico@entecra.it@entecra.it; Tel. 080 5475005 - Fax 080 5475023

Sul finire degli anni ottanta del secolo scorso, la convinzione che l'inquinamento idrico da nitrati era provocato o favorito dai metodi di produzione agricola intensiva sia per il massiccio impiego dei fertilizzanti chimici che per l'accresciuta concentrazione di capi di bestiame in alcune aree dell'Europa, portò alla emanazione da parte dell'Unione Europea alla famosa Direttiva Nitrati 91/676/CEE del 12 Dicembre 1991 (GUCE, L 375 del 31.12.1991). L'obiettivo principale da raggiungere era la riduzione e/o la prevenzione dell'inquinamento, diretto o indiretto, delle acque provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole. Già con la Conferenza Ministeriale di Francoforte, del 1988, era emersa la necessità di migliorare tutta la legislazione relativa alla tutela delle acque; ciò portò all'adozione della direttiva sul trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva sui nitrati.

Con l'attuazione della Direttiva Nitrati, gli Stati membri sono obbligati ad individuare sul proprio territorio:

- le acque, di superficie o sotterranee, inquinate o suscettibili di inquinamento;
- le zone vulnerabili che concorrono all'inquinamento;

Gli Stati membri fissano, inoltre, codici di Buona Pratica Agricola ed elaborano programmi di azione per le zone vulnerabili, onde attuare le misure vincolanti atte a:

- limitare l'impiego in agricoltura di fertilizzanti che contengono azoto;
- fissare le restrizioni per l'impiego in agricoltura di effluenti di allevamento.

In Italia, la Direttiva Nitrati è stata recepita dallo Stato con il D.L.vo dell'11 maggio 1999. In seguito le Regioni, autonomamente, hanno individuato le Zone Vulnerabili da Nitrati, cioè "zone di territorio che scaricano direttamente o indirettamente composti azotati di origine agricola o zootecnica in acque già inquinate o che potrebbero esserlo in conseguenza di tali tipi di scarichi" (Art. 74 D.Lvo 152/06) ed hanno elaborato le procedure da seguire per ridurre l'impatto delle pratiche agricole e degli allevamenti zootecnici in dette aree.

Esempio della Puglia

La Regione Puglia, con la deliberazione di Giunta del 30 Dicembre 2005 n. 2036 ha individuato nove zone vulnerabili (Lesina, Carpino, San Severo, Foggia, Cerignola, Trinitapoli, Andria, Terlizzi e Arco Ionico) che interessano 92.057 ha, pari al circa il 10% della SAU regionale. Dal monitoraggio effettuato sulle zone sensibili, è emerso, come era da attendersi, che i composti azotati che concorrono all'inquinamento non sono solo di origine agricola o zootecnica ma provengono, prevalentemente, da depuratori e altre fonti urbane. Nel caso specifico di Terlizzi i sospetti maggiori ricadono sulle colture floricole in serra ed in particolare sulle coltivazioni fuori suolo a ciclo aperto. Da qui l'esigenza di approfondire il monitoraggio del territorio, adeguare le tecniche colturali e le procedure di smaltimento dei reflui nel suo complesso e operare una capillare azione di informazione della cittadinanza e degli operatori interessati (Delibera Regionale del 23 Gennaio n. 19).

Non c'è dubbio che l'agricoltura pugliese può contribuire all'inquinamento da nitrati vista la sua importanza per le coltivazioni di cereali (445.000 ha), ulivo (377.000 ha), vite (154.000 ha), frutta (54.000 ha) e ortaggi (100.000 ha) e concentrazioni, in pochi casi, di grandi allevamenti del bestiame e aziende floricole, che necessitano di input rilevanti di mezzi chimici per l'ottenimento di prodotti quali-quantitativamente apprezzabili da un punto di vista economico e commerciale (ISTAT, 2008). Non meraviglia, comunque, il risultato del monitoraggio fin qui eseguito in quanto l'agricoltura pugliese, avendo raggiunto livelli di specializzazione elevati ed utilizzando le conoscenze scientifiche di base grazie a due Facoltà di Agraria (Bari e Foggia) ai numerosi centri di ricerca (CNR, CRA, ecc.) sparsi sul territorio, utilizza i mezzi produttivi in modi sempre più razionali. Pertanto, riteniamo che l'applicazione di modelli produttivi che si rifanno alla filosofia delle Buone Pratiche Agricole non rappresentino un ostacolo bensì un ulteriore valore aggiunto per l'agricoltura pugliese se ben guidata e valorizzata.

Di seguito, prendendo in considerazione l'orticoltura, che, fra le produzioni agricole, è quella che, in generale, richiede l'uso di maggiori apporti di fertilizzanti azotati per esprimere prodotti di qualità (Magnifico, 1993), viene sinteticamente riportata l'evoluzione delle tecniche colturali nella riduzione dell'inquinamento da fertilizzanti organici e minerali.

L'orticoltura italiana

Negli ultimi anni la produzione italiana di ortaggi in pieno campo (incluso la patata e i legumi freschi) ha interessato complessivamente 550.000 ha, che rappresentano il 3,5 % circa della superficie agricola, il 6,5% della superficie arabile e circa 700.000 aziende. La produzione annua degli ortaggi italiani è di circa 18 milioni di tonnellate per un valore pari a quasi il 16 % della PLV totale (7.000 su 44.000 mio di Euro) che risulta essere secondo solo a quello del settore carne (poco meno del 20%). L'azienda orticola italiana ha una superficie media di appena un ettaro.

La distribuzione geografica vede ripartita la superficie e la produzione orticola per il 12 % al Nord, il 32% al Centro e il 55% al Sud dove le isole totalizzano il 15 % (di cui la Sicilia rappresenta quasi l'80%). La graduatoria delle Regioni vede ai primi cinque posti Puglia (106.000 ha), Sicilia (65.000 ha), Emilia Romagna (54.000 ha), Campania (42.000 ha) e Lazio (28.000 ha). Le prime dieci specie più importanti, escluse le leguminose da consumo fresco (fagiolo e pisello) sono: pomodoro (110.000 ha), patata (100.000 ha), carciofo (47.000 ha), cavolfiore (25.00 ha), finocchio (22.000 ha), melone (20.000 ha), lattuga (19.000 ha), radicchio (16.000 ha), cipolla (15.000 ha), indivia (13.000 ha) (Magnifico, 2003).

Con i continui aumenti degli ultimi anni, l'orticoltura protetta, compresi i piccoli tunnel, interessa oltre 30.000 ha e una corrispondente produzione di oltre un milione di tonnellate. Le Regioni maggiormente interessate sono la Sicilia con oltre 7.000 ha, la Campania (oltre 4.000 ha), il Veneto (oltre 3.000 ha), il Lazio (oltre 2.000 ha), la Lombardia (1.600 ha) e l'Emilia Romagna (1.100 ha). Il 60% delle colture protette è localizzato nelle aree litoranee del Mezzogiorno, dove prevale la struttura detta serra fredda, mentre la poca diffusione delle serre riscaldate è nelle aree continentali del Paese. Circa il 90% degli apprestamenti protettivi sono realizzati con coperture in plastica. Come nella gran parte delle colture orticole mondiali, anche in Italia il pomodoro è la specie principale con quasi un terzo dell'intero comparto, di cui il 55% viene coltivato in Sicilia. Seguono melone (2.800 ha) coltivato prevalentemente in Lombardia (30%), Veneto e Sicilia (21%); peperone

con 2.700 ha, di cui oltre il 60% in Sicilia; zucchini con 2.650 ha, prevalentemente nel Lazio (45%) e in Sicilia (35%); melanzana (1550 ha, 70% in Sicilia); lattuga (1.800 ha, 30% in Campania); asparago (750 ha, 90% in Campania); cetriolo da mensa (650 ha, 52% in Sicilia); fagiolino (560 ha, 54% in Sicilia). Questi nove prodotti, sui circa trenta coltivati in serra, interessano il 90% della superficie totale, mentre le tre solanacee (pomodoro, peperone e melanzana) totalizzano oltre il 50%.

L'Italia, con uno share del 28 %, è leader indiscussa nella produzione totale di ortaggi nei Paesi dell'Unione Europea. È seguita da Spagna (23%) e Francia (17%). Per quanto riguarda, invece, le colture protette, la Spagna precede l'Italia con oltre 10.000 ha di superficie coperta (serre e tunnel) in più destinata agli ortaggi.

Ambiente pedo-climatico

Rispetto al clima, la condizione di aridità estiva è prevalente in tutti i comprensori orticoli italiani con una maggiore accentuazione in quelli meridionali, dove la piovosità totale annua è compresa fra 400-600 mm (Puglia, Calabria, Sicilia e Sardegna) mentre Campania, Lazio e le restanti aree orticole centro-settentrionali possono contare su 600-800 mm. In ogni caso, l'elevata specializzazione dell'orticoltura italiana non può prescindere dall'irrigazione. La salinità delle acque, soprattutto in Puglia, Sicilia e Sardegna, rappresenta un problema sempre più sentito anche se, in molti distretti orticoli rappresenta un elemento che contribuisce alla qualità (Pachino e Vittoria in Sicilia, Pula in Sardegna e lungo le coste in Puglia) (Magnifico, 2004). In altre regioni (Agro Pontino nel Lazio, Piana del Sele in Campania, Fucino in Abruzzo, Tavoliere delle Puglie, Pianura Padana, Area del Cavallino in Veneto) l'orticoltura si è sviluppata su aree bonificate e/o caratterizzate da una falda acquifera che s'innalza durante l'inverno.

In Italia, l'orticoltura si pratica sui terreni più disparati per tessitura e composizione anche se prevale l'utilizzazione di quelli a medio impasto. La variabilità in qualche caso è elevata anche in comprensori ampi come nel caso di Latina (Lazio) dove si passa dai terreni tendenzialmente argillosi delle aree interne a quelli sabbiosi delle aree più vicine al mare. In alcune aree della Puglia, della Sicilia e della Sardegna caratterizzate da terreni sabbiosi è utilizzata l'acqua salmastra. I terreni sabbiosi, tradizionalmente utilizzati per la coltivazione di specie da radice e bulbo (carota, patata, cipolla, ecc.), negli ultimi decenni sono stati convertiti alla coltivazione di pomodoro e melone con grande successo commerciale. Ciò è stato possibile anche grazie all'adozione di sistemi irrigui a bassa pressione (manichetta fora-

ta, goccia e microaspirazione, quest'ultima soprattutto in Puglia in pieno campo) (Magnifico, 2004).

Pratiche colturali

Le colture orticole per il loro rapido susseguirsi richiedono interventi al terreno (arature, erpicature, fresature, sarchiature) alquanto frequenti con tutte le problematiche ben note, delle quali la distruzione della sostanza organica e il peggioramento della struttura sono le più sentite. Negli ambienti agricoli italiani, ed in particolare in quelli meridionali, la mineralizzazione della sostanza organica, apportata o mantenuta in loco con la gestione dei residui colturali, è molto rapida tanto da non consentire grandi successi con i comuni apporti. Solo nel caso delle coltivazioni in serra è possibile aggiungere al terreno abbondante sostanza organica e mantenerla più a lungo per il ridotto numero di lavorazioni al terreno per effetto della pacciamatura. Anche in pieno campo, pacciamatura e diserbo chimico limitano gli interventi meccanici al terreno.

Altro aspetto fondamentale è la grande esigenza in elementi nutritivi degli ortaggi, che deve essere soddisfatta da una elevata disponibilità degli stessi oltre che dell'acqua (Magnifico, 1987). Ciò ha consentito il rapido svilupparsi della fertirrigazione attraverso i metodi irrigui a basso volume e a bassa pressione (microaspirazione, manichetta forata, goccia), che sulla spinta dell'aumentata sensibilità ai temi ambientali, ha permesso anche una notevole riduzione dell'uso dei fertilizzanti negli ultimi decenni (Sambo *et al.*, 2005).

In orticoltura, le tecniche colturali sono sempre più impostate secondo i criteri di conduzione integrata; mentre va segnalato il quasi totale fallimento della coltivazione biologica, che, nel complesso del comparto italiano, per gli ortaggi non riesce a superare il modesto 1% con la prevalenza del pomodoro da industria. Confortanti sono i risultati del monitoraggio dei pesticidi e dei controlli del Ministero della Sanità, che, in sintesi, dimostrano che, al momento di raggiungere il consumatore, oltre l'80% degli ortaggi italiani non presenta residui di pesticidi, meno del 20% presenta residui entro i limiti di legge e poco più dell'1% ha residui oltre i limiti ammessi. Ciò è dovuto soprattutto alla rigorosa osservanza dei disciplinari di produzione integrata che gli operatori, soprattutto quelli associati, autonomamente predispongono, oltre ai disciplinari ufficiali che le Regioni impongono per concedere i benefici di legge. Parte importante dei disciplinari è dedicata alla fertilizzazione, fissando i limiti delle dosi dei tre principali elementi e rendendo obbligatorie periodiche analisi complete dei terreni. In Italia non ci sono metodi indicati per la determinazione delle dosi di fertilizzanti, ma, dalle tante informa-

zioni che la sperimentazione mette a disposizione, la taratura agronomica per le singole specie e per interi sistemi produttivi e la frammentazione delle dosi sono gli elementi basilari per una corretta concimazione (Magnifico e Rosati, 2001).

L'adozione della fertirrigazione limita anche la percolazione degli elementi nutritivi, e dei nitrati in particolare, mentre, come è ovvio, gli effetti delle piogge e della degradazione della sostanza organica non possono essere controllati. Anche se in Italia, per le caratteristiche condizioni pedoclimatiche, non c'è un grande rischio dovuto all'accumulo dei nitrati nelle parti edule delle piante, l'uso abbondante di sostanza organica non è molto apprezzata per questo timore (Magnifico, 1997; Santamaria *et al.*, 1997; Santamaria, 2006)). E' comune, anche nelle zone con terreni sabbiosi (come in Sicilia), l'utilizzazione di fertirrigazione con dosi frazionate e frequenti (anche una volta alla settimana) con fertilizzanti complessi che alla fine del ciclo distribuiscono quantità di elementi inferiori alle esigenze nutrizionali delle piante. In altri casi (Latina) a creare qualche problema è il persistere della concimazione di fondo seguita da fertirrigazione eccedente di molto le esigenze nutrizionali delle colture; ciò determina percolazione di elementi in falda, che, nelle aree sabbiose (dune quaternarie) serricole della fascia costiera (Sabaudia, Fondi, Pomezia) hanno presentato concentrazioni da 50 a 300 ppm di nitrati in pozzi profondi poche decine di metri (informazione ricevuta per le vie brevi su dati della Regione Lazio, Assessorato all'Agricoltura).

E' ovvio che in quest'ultimo caso è chiara la mancanza sia di una seria informazione ai produttori che della pubblica assistenza e divulgazione. Nel caso, invece, della Zona del Cavallino in Veneto (Jesolo, Bibione), grazie all'azione della pubblica assistenza tecnica, la fertirrigazione a dosi basse e frazionate di elementi nutritivi impedisce al percolato di raggiungere la falda. Vanno segnalate anche i risultati ottenuti da una indagine fatta sulle acque di pozzi artesiani della Provincia di Bari (area ortofrutticola mediamente intensiva e fortemente urbanizzata) a profondità diversa, che dimostrano come pozzi profondi fino a 150-200 m presentano livelli di nitrati da 20 a 60 ppm e altri profondi da 20 a 60 m presentano concentrazioni di nitrati da 10 a oltre 150 ppm.

Da una ricerca condotta nel Metapontino su un terreno limoso-argilloso emerse che la lisciviazione dei nitrati da 300 kg/ha di N da differenti fertilizzanti azotati distribuiti in copertura in due dosi uguali (al trapianto e un mese dopo) ad una coltura di broccolo di rapa, fu modesta anche perché si tenne conto dell'asportazione totale della coltura (450 kg/ha di N) e la quantità che il terreno poteva met-

tere a disposizione (Bufo *et al.*, 1990).

Sullo stesso terreno, dopo dieci anni di coltivazione (1976-85) di una successione di spinacio-fagiolino-cetriolo-cavolo broccolo, il bilancio dell'azoto dimostrò che dell'elemento fornito, alla dose più alta (per un totale di 6.300 kg di N) il 7% risultò guadagnato dallo strato di terreno più superficiale (0-35 cm) mentre il 26% fu allontanato dal campo con le raccolte, il 25% si accumulò nello strato più profondo (36-70 cm) e il 42% andò completamente perduto. Alla dose dimezzata di azoto (per un totale di 3.150 kg di N), invece, non ci fu alcun arricchimento dello strato superiore mentre il 46% fu allontanato con le raccolte, il 35% si accumulò nello strato inferiore e il 19% andò perduto.

In una ricerca condotta in California su una successione orticola, dopo dodici anni, dell'azoto fornito il 26% fu rimosso con le raccolte, il 25% si accumulò nello strato inferiore e il 42% fu totalmente perso (Magnifico *et al.*, 1992). In entrambe le prove non fu misurato né l'azoto lisciviato né quello perso sotto forma gassosa (che spesso è la forma maggiormente persa).

La sostanziale corrispondenza dei risultati ottenuti nei due ambienti di coltivazione dimostra l'inevitabilità delle notevoli perdite di azoto quando si utilizzano le tradizionali tecniche di fertilizzazione. Anche se non sono state misurate, è da supporre che ci siano state perdite per percolazione (oltre a quelle di azoto sotto forme gassose, che non sono da trascurare per la quantità in particolari condizioni pedo-climatiche e in corrispondenza di abbondanti concimazioni), tanto che, negli anni settanta, nella stesso bacino della ricerca californiana, furono rinvenute alte dosi di nitrati in falda e nei corsi d'acqua. Appare ovvio che per limitare le perdite di nitrati e altri elementi inquinanti bisogna ricorrere alla concimazione con dosi frazionate. Questo è possibile farlo più correttamente, senza compromettere il risultato produttivo, se si conoscono le esigenze delle piante durante le diverse fasi fenologiche e il contributo della fertilità di base del terreno. Il primo aspetto è stato particolarmente curato in Italia tanto che si dispone di molte informazioni sulle esigenze nutrizionali delle più importanti specie orticole, che sono servite anche per la formulazione di programmi di concimazione e fertirrigazione e considerate nei disciplinari di produzione delle Regioni e delle associazioni di produttori (Magnifico, 1987; Magnifico e Rosati, 2001; Sambo *et al.*, 2005).

Scenari futuri

Attualmente si stima che nelle colture orticole protette la fertirrigazione è adottata ormai ad un livello prossimo al 100% (con applicazione di tecnologia più o meno sofisticata), mentre nelle colture da pieno

campo è stato certamente superato il 60% con un'altissima percentuale per le solanacee estive (pomodoro, peperone e melanzana) e le cucurbitacee (melone e zucchini). Nel futuro della fertilizzazione alle colture orticole è facilmente prevedibile un miglioramento ed un affinamento delle tecniche non solo in funzione ambientale ma anche in relazione ad una migliore efficienza della tecnica ai fini della riduzione dei costi di produzione. Per raggiungere tale obiettivo in tempi brevissimi è necessario condurre ulteriori approfondimenti soprattutto per poter collegare, nel caso della lisciviazione dei nitrati, causa ed effetto considerata la grande antropizzazione del territorio. Grazie all'evoluzione dell'agricoltura italiana, e quindi dell'orticoltura, sono state ormai acquisite le conoscenze di base per poter affrontare le problematiche di stretta competenza agricola e poterle distinguere da quelle dovute all'urbanizzazione. Vanno comunque approfondite, nei diversi ambienti di coltivazione e nelle aree produttive da scegliere come modello, le indagini per individuare i processi produttivi che possono ridurre se non eliminare del tutto gli effetti negativi delle concimazioni. Quindi, vanno impostate ricerche per individuare, caso per caso, i modelli produttivi, e quindi di fertilizzazione, più idonei.

Nel futuro dell'orticoltura italiana (ma anche comunitaria), in seguito all'abolizione dell'uso del bromuro di metile (a partire dal 2005) come sterilizzante del terreno e per il peggioramento delle risorse irrigue (acqua salmastra), non è difficile prevedere una maggiore adozione delle tecniche di coltivazione fuori suolo nelle aree orticole in cui non sarà possibile attuare valide alternative (solarizzazione, innesto, varietà resistenti, ecc.) nella coltivazione delle specie tradizionali in suoli non sabbiosi. Anche se la ricerca italiana si è orientata da tempo verso la formazione di un know-how per i sistemi a ciclo chiuso, la difficoltà di gestione di questi, farà propendere verso quelli a ciclo aperto anche se a ridotto rilascio nell'ambiente delle soluzioni reflue (De Pascale *et al.*, 2006; Santamaria, 2007).

Altro aspetto da non trascurare è la sempre maggiore pressione verso l'agricoltura biologica che, come è noto, è possibile realizzare solo con massicci apporti di sostanza organica, spesso di dubbia provenienza, che dopo anni di somministrazione può innescare problemi di gran lunga più gravi di quelli posti attualmente dalla fertilizzazione minerale. Non può essere ulteriormente sottovalutato anche l'impatto sulle colture e sull'ambiente dell'impiego delle acque reflue, verso le quali aumenta l'interesse dei politici nel tentativo di soddisfare la crescente domanda di acqua per l'irrigazione (Megale, 2004). Su questi due aspetti, soprattutto in orticoltura, attualmente si dispone solo di modeste informazioni.

Conclusioni

Da quanto è stato detto emerge chiaramente che nel caso della complessa problematica legata alla fertilizzazione delle colture orticole è mancato un collegamento continuo fra la ricerca e il mondo operativo. Ciò appare evidente in alcune aree orticole di grande interesse per la Nazione dove ancora manca una divulgazione pubblica efficace e diffusa. In altre, dove la divulgazione pubblica ha agito, anche in modo saltuario, sono stati ottenuti importanti risultati sia da un punto di vista produttivo che ambientale. In ogni caso necessita un approfondimento, anche in chiave comunitaria, sui modelli produttivi da proporre nell'interesse della salvaguardia ambientale e della produzione di ortaggi di qualità (Magnifico, 1993). Le conoscenze attuali fanno ben sperare sull'agevole raggiungimento dei due obiettivi anche in tempi brevi purchè si abbandonino le idee preconcepite sull'impatto dell'agricoltura sull'ambiente e si affrontino i problemi su basi scientifiche e non ideologiche, come, purtroppo, spesso accade creando seri problemi all'economia dei luoghi e alla disponibilità di derrate alimentari anche a livello internazionale (Sequi, 2006).

Bibliografia

- Bufo S.A., Pizzigallo M.D.R., Cecca N.G.G. e Magnifico V., 1990 – Monitoring of soil nitrate residues by electro-ultrafiltration (EUF). Intern. Environ. Anal. Chem., 29: 23-29.
- De Pascale S., Maggio A., Barbieri G., 2006 – La sostenibilità delle colture protette in ambiente mediterraneo: limiti e prospettive. Italus Hortus, 1: 33-48.
- ISTAT, 2008 – <http://www.istat.it/agricoltura/datiagri/coltivazioni/anno2007/re162007.htm>
- Magnifico V., 1987 - La fertilizzazione delle colture orticole in funzione dei ritmi di accrescimento e di asportazione dei principali elementi nutritivi. Colture Protette, 3: 71-79.
- Magnifico V., 1993 - Orticoltura di qualità con tecniche colturali a ridotto impatto ambientale. Informatore Agrario, XLIX, (Supplemento al n. 6): 37-42.
- Magnifico V., 1997- L'accumulo dei nitrati negli ortaggi. L'Informatore Agrario, 29: 47-49.
- Magnifico V., 2003 – Un vivaismo di alto livello sostiene l'orticoltura italiana. Colture Protette, 11: 25-33
- Magnifico V., 2004 - Sabbia e sale per la bontà del Pachino. Colture Protette, 8: 17-22
- Magnifico V., Rosati A., 2001 – Le esigenze nutrizionali delle piante per il calcolo dei fabbisogni nutritivi. Terra e Vita, 42, Suppl. al n.11: 19-22.
- Magnifico V., Sarli G., Santamaria P., De Boni A., Ciaccia N., Montemurro N., Serio F., Cordella S., 1992 – Results of the second five-year period of an intensive production schedule of four vegetable crops for processing. II. Influence of herbicide and fertilizer treatments on soil fertility. Riv. di Agron., 26: 498-507.
- Megale P.G., 2004 – Aspetti legislativi del riutilizzo irriguo delle acque reflue depurate in Italia, . Italus Hortus, 6: 32-38.
- Regione Puglia, 2007 – Programma d'azione per le zone vulnerabili da nitrati. Bollettino Ufficiale della Regione Puglia, n. 19 del 06.02.2007: 2244-2358.
- Sambo P., Leonardi C., Magnifico V., 2005 - La fertirrigazione in orticoltura. Italus Hortus, 6: 3-13.
- Santamaria P., Elia A., Gonella M., Serio F. e Todaro E., 1997. I fattori che influenzano l'accumulo dei nitrati negli ortaggi. L'Informatore Agrario, 40: 117-121.
- Santamaria P., 2006 – Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. J. Sci. Food Agric., 86:10-17.
- Santamaria P., 2007 – Il ciclo da chiudere. In: Atti della Giornata di Studio Sistemi di allevamento in vaso con sub irrigazione a ciclo chiuso, Mola di Bari, 12 maggio 2006: 7-16, Aracne editrice, Roma.
- Sequi P., 2006 - Il racket ambientale (Seconda edizione). Ed. 21mo Secolo, Milano.

Evoluzione della normativa sul compostaggio dei residui aziendali e agro-industriali: nuovi marchi di qualità e nuove definizioni legislative

Vincenzo Verrastro

CIHEAM – Istituto Agronomico Mediterraneo - Via Ceglie, 9 - 70010 Valenzano (Bari)
E-mail: verrastro@iamb.it; Tel. 080 4606204 - fax 080 4606206

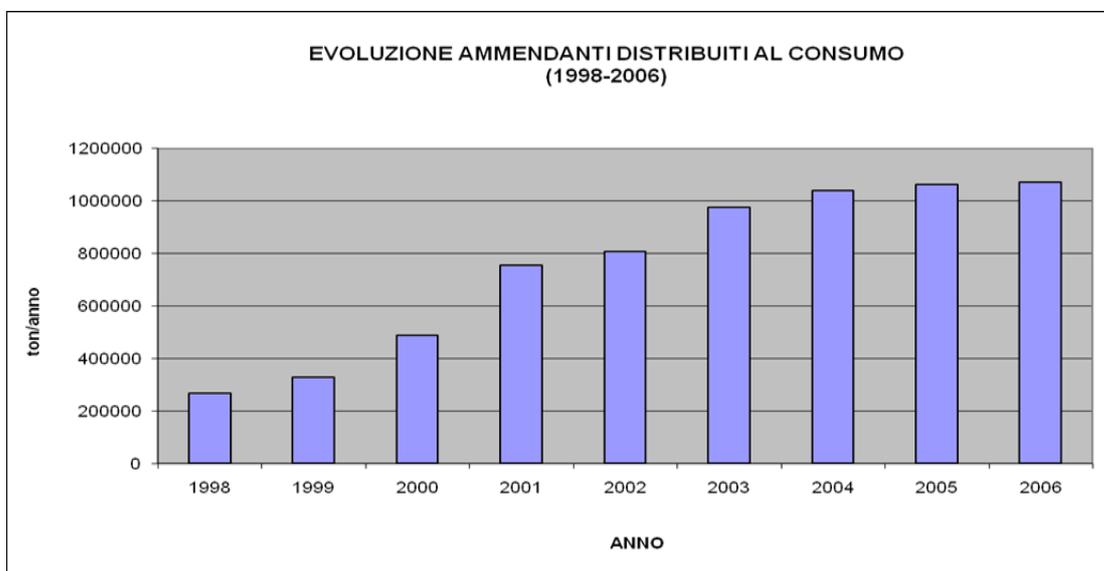
Dati ISTAT: fertilizzanti in Italia

La produzione di ammendanti in Italia delinea un trend costante e positivo negli ultimi anni. Analizzando i dati dell'ultimo decennio si può apprezzare una crescita costante attestata ad oggi in circa 1.200.000 tonnellate.

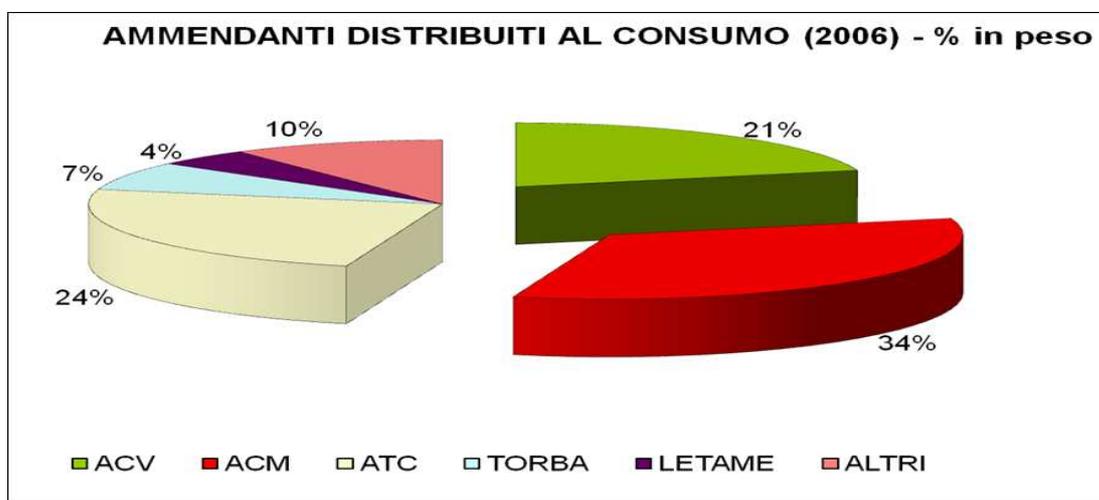
Tra questi è da rilevare l'importanza ricoperta dall'ACM (Ammendante Compostato Misto) e ACV (Ammendante Compostato Verde) così come definiti

dalla normativa di settore (D.M. 217/2006) che sommati rappresentano il 55% degli ammendanti commercializzati in Italia, per un totale di circa 600.000 tonnellate annue.

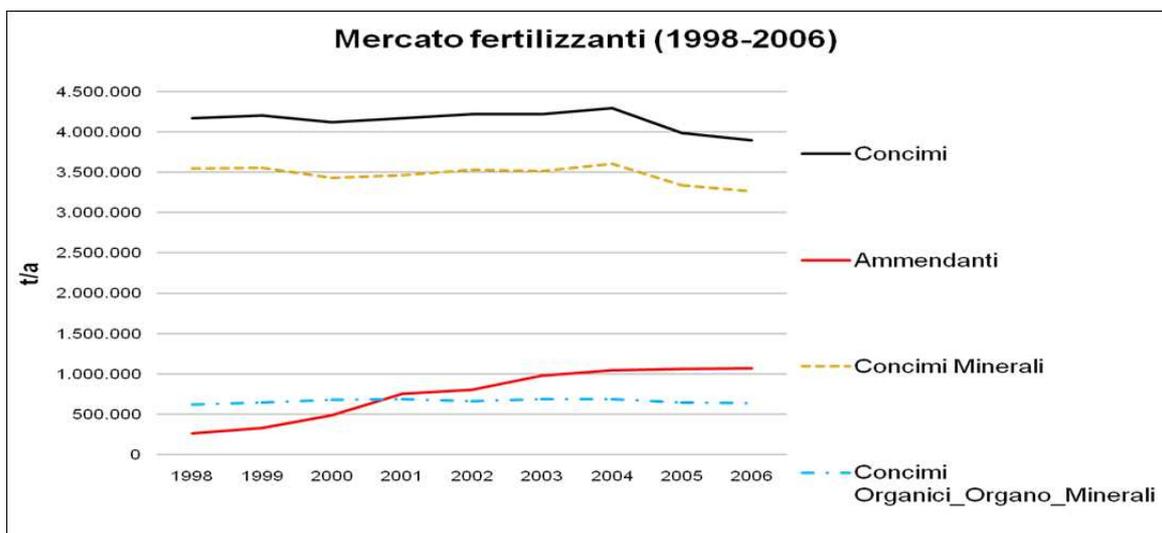
Il trend del mercato dei fertilizzanti in Italia ha andamento stabile per i derivati organo-minerali, mentre ha un andamento lento e costante crescita per gli ammendanti commerciali.



(Fonte Dati APAT)



(Fonte Dati APAT)



(Fonte: ASSOFERTILIZZANTI)

L'uso degli ammendanti in Italia è sempre più incentivato dalla maggiore disponibilità di essi e da fonti di finanziamento pubbliche quali i PSR (Piani di Sviluppo Regionali) già pubblicati nella maggior parte delle Regioni italiane. Essi presentano delle sovvenzioni differenti in funzione della scelta operata localmente dagli Assessorati Regionali, ma mediamente il livello di tali sovvenzioni è fissato sui 100 euro/ettaro.

L'ammendante descritto viene utilizzato prevalentemente in pieno campo (62%) e dai terriccianti e per fini hobbistici (34%). La richiesta di una sempre maggiore qualità nella scelta degli ammendanti ha indotto la principale organizzazione del settore, (il Consorzio Italiano Compostatori) ad attivare delle procedure per la definizione di un marchio di qualità del compost finito.

Il programma di certificazione volontaria del compost di qualità prevede una prima fase di Certificazione di Prodotto ed in seguito la costruzione di un Sistema di Assicurazione della Qualità, in grado di certificare sia il processo che il prodotto. Il Regolamento di certificazione prevede, tramite dei sopralluoghi agli impianti ed analisi periodiche sul prodotto viene verificata la conformità ai requisiti individuati dalla normativa vigente (D.M. 217/2006) e la rispondenza al Regolamento di qualità. Lo Schema di Certificazione del Prodotto è gestito dal CIC, che svolge attività di Ente Certificatore. Attualmente i quantitativi di compost che possono essere certificati ammontano a ca. 250.000 ton/anno, che rappresentano circa il 20% della produzione Italiana.

Ad oggi in Italia sono stati certificati 15 impianti e 25 prodotti differenti.

Analogamente alla certificazione di prodotto degli ammendanti il CIC ha deciso di impostare una certificazione legata alla compostabilità del materiale biodegradabile.

Le materie plastiche sono alla base di una grande varietà di articoli di largo consumo: shoppers, imballaggi, stoviglie usa e getta, teli per la pacciamatura in agricoltura ecc. Il grande successo commerciale delle materie plastiche, registrato nella seconda metà del secolo scorso, è dovuto ad alcune caratteristiche vincenti. Le plastiche sono economiche, leggere, hanno buone proprietà fisico-meccaniche, resistono alla degradazione. La contropartita di questo sviluppo esponenziale è stato un concomitante incremento dei rifiuti. La resistenza alla biodegradazione, caratteristica favorevole durante l'uso, si tramuta in un potenziale danno nel momento in cui il prodotto diventa rifiuto.

Il problema della completa resistenza alla degradazione si manifesta specialmente se il prodotto di plastica viene abbandonato nell'ambiente o viene avviato al processo di compostaggio che, come noto, è destinato ai soli materiali biodegradabili.

I manufatti che si decompongono nel corso del processo di compostaggio sono definiti compostabili. La definizione di "compostabilità" è descritta in uno standard europeo: la Norma UNI EN 13432 del 2002. Secondo questa norma un prodotto per essere definito compostabile deve essere biodegradabile e disintegrabile in tempi brevi, ossia deve essere trasformato dai microrganismi in acqua, anidride carbonica e fertile compost. Infine, per essere definito compostabile, il manufatto deve risultare compatibile con un processo di compostaggio, cioè non deve rilasciare sostanze pericolose e non deve alterare la qualità del compost prodotto. Il CIC, in collaborazione con l'Istituto Agronomico Mediterraneo (CIHEAM - IAMB), ha realizzato il Marchio "Compostabile" applicando sui prodotti industriali i criteri di compostabilità previsti dallo standard europeo UNI EN 13432 del 2002. Tale marchio è rilasciato alle aziende dopo aver sottoposto i manufatti da loro prodotti

ad un esame accurato, che ne accerti anche la disintegrazione su scala reale. Un Ente certificatore terzo (accreditato SINCERT), dopo aver eseguito le verifiche analitiche sui singoli prodotti comunica al CIC l'esito positivo delle prove. Il Marchio italiano va ad aggiungersi ad alcune etichette già presenti in altri paesi Europei come ad esempio, Francia, Belgio, Germania, Svizzera, Olanda, Polonia e la Gran Bretagna. Il marchio presenta degli indubbi vantaggi per le diverse persone coinvolte nella filiera del biodegradabile:

IL PRODUTTORE: Chi produce manufatti biodegradabili certificati CIC può promuoverli ed immetterli sul mercato come effettivamente riciclabili al 100%.

IL CONSUMATORE: Chi acquista prodotti certificati CIC sa di compiere una scelta "sostenibile" e di rendere un servizio importante per se stesso e per la comunità.

IL COMPOSTATORE: Il compostatore ha la sicurezza di poter trattare i prodotti certificati e garantiti dal CIC senza dover ricorrere a specifici trattamenti di cernita e vagliatura. Riducendo i costi di smaltimento delle impurità, potrà offrire ai conferitori di rifiuti delle condizioni economiche vantaggiose.

LA GRANDE DISTRIBUZIONE: L'ultima Legge Finanziaria ha indicato come obiettivo la messa al bando dei sacchetti monouso non biodegradabili entro il 2010.

GLI AGRICOLTORI: Possono riconoscere con facilità quali prodotti (teli) usati per la pacciamatura siano in grado di decomporre naturalmente sul suolo senza richiedere interventi di raccolta a fine stagione evitando così gli elevati costi di smaltimento.

Configurazione normativa di un materiale

I recenti cambiamenti introdotti a livello legislativo dai cosiddetti Correttivi Ambientali hanno riguardato diverse modifiche di rilevante importanza per il settore fertilizzanti.

In particolare la nuova situazione va interpretata alla luce della lettura in parallelo delle definizioni contenute nel "vecchio" D. Lgs 152/06 e del D. Lgs 4/08 nel quale migliorata la definizione di rifiuto secondo la quale:

"...qualsiasi sostanza od oggetto (che rientra nelle categorie riportate nell'allegato A alla parte quarta del presente Decreto) di cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi"

In tale definizione si contemplano alcune esclusioni di rilevante importanza quale:

"le carogne ed i seguenti rifiuti agricoli: materie fecali ed altre sostanze naturali e non pericolose utilizzate nell'attività agricola;

In tal senso il legislatore ha usato il termine "utilizzate" e non "derivanti" e quindi l'esclusione è fina-

listica e non opera "tout-court". Questo vuol dire che se le materie fecali vengano utilizzate in attività agricola insieme ai rifiuti vegetali di coltivazione agricola (Cer 020103); i rifiuti vegetali derivanti da attività agro-industriali (Cer 020304; 020501; 020701; 020702; 020704) essi sono considerati come rifiuti non pericolosi recuperabili ai fini del compostaggio e ricadono nella grande categoria dei sottoprodotti.

In merito alla definizione dei sottoprodotti il citato impianto normativo include:

"...i materiali fecali e vegetali provenienti da attività agricole utilizzati nelle attività agricole o in impianti aziendali o interaziendali per produrre energia o calore, o biogas..."

Per tale motivo è essenziale una chiara definizione del ciclo produttivo della materia organica potenzialmente compostabile al fine di poter operare correttamente nella produzione di ammendanti.

Il correttivo ambientale D. LGS. 4/08 inoltre introduce delle definizioni innovative relative al compost:

... t) compost da rifiuti: prodotto ottenuto dal compostaggio della frazione organica dei rifiuti urbani nel rispetto di apposite norme tecniche finalizzate a definirne contenuti e usi compatibili con la tutela ambientale e sanitaria e, in particolare, a definirne i gradi di qualità"

.... "u) compost di qualità: prodotto, ottenuto dal compostaggio di rifiuti organici raccolti separatamente, che rispetti i requisiti e le caratteristiche stabilite dall'allegato 2 del decreto legislativo n. 217 del 2006 e successive modifiche e integrazioni

Si introduce all'interno della normativa anche il concetto di raccolta differenziata :

...."la raccolta idonea a raggruppare i rifiuti urbani in frazioni merceologiche omogenee compresa la frazione organica umida, destinate al riutilizzo, al riciclo ed al recupero di materia. La frazione organica umida è raccolta separatamente o con contenitori a svuotamento riutilizzabili o con sacchetti biodegradabili certificati".

La presenza delle innovazioni in normativa è data dai due concetti di raccolta differenziata (che prevede l'uso di sacchetti biodegradabili) e del compost di qualità come definizione che valorizza il lavoro congiunto CIC e IAMB.

Bibliografia:

APAT - Rapporto Rifiuti 2007

Centemero M., Zanardi W. 2007. Il trattamento biologico dei rifiuti urbani in Italia: compostaggio, trattamento meccanico-biologico, digestione anaerobica (in fase di pubblicazione)

CIC.- Coldiretti. - 2007 Guida all'impiego dell'uso del compost di qualità

Norma UNI EN 1342 - 1992

Fertilizzazione organica di colture industriali e foraggere negli areali meridionali

Grazia Convertini¹, Mariangela Diacono^{1*}, Giambattista Debiase¹, Donato Ferri¹,
Michele Maiorana¹, Francesco Montemurro²

¹Unità di Ricerca per i Sistemi Colturali degli Ambienti Caldo-Aridi – Bari.

²Unità di Ricerca per lo Studio dei Sistemi Colturali – Metaponto.

*Corresponding author - Via C. Ulpiani, 5 – 70125 Bari. Tel 080 5475027 Fax 0805475023

Email: mariangela.diacono@inwind.it

Riassunto

Dopo l'uso e l'abuso dei fertilizzanti minerali, considerati i crescenti problemi di ordine ambientale e agronomico provocati da tali pratiche, si sta passando di recente all'impiego di matrici organiche stabilizzate, tra cui compost da Rifiuti Solidi Urbani (RSU) selezionati alla raccolta.

Nell'azienda sperimentale di Foggia del CRA - Unità di Ricerca per i Sistemi Colturali degli Ambienti Caldo-Aridi, sono state condotte due attività di ricerca per valutare la sostituibilità di fertilizzanti chimici rispettivamente con RSU-compost e con biomasse di scarto stabilizzate di origine agroindustriale.

In particolare, la prima ricerca ha previsto, su frumento duro in rotazione biennale con pomodoro, barbabietola e girasole, il confronto tra 4 trattamenti: azoto (N) minerale con le dosi ritenute ottimali nell'ambiente di prova (140 o 100 kg N ha⁻¹ a seconda della coltura); compost da RSU, con dosi di N pari a quelle della tesi precedente e fertilizzazione mista con metà dose di N in forma organica e metà in forma minerale, oltre a un controllo non fertilizzato. I risultati produttivi conseguiti dalle tre colture industriali, evidenziano che l'applicazione di compost da RSU non ha fatto registrare cali nelle rese, mentre nel frumento i risultati migliori sono stati ottenuti con la fertilizzazione mista. Per quanto concerne i parametri qualitativi, non sono state osservate differenze significative tra le tesi poste a confronto, a parità di azoto somministrato.

Nella seconda prova si è valutata l'efficienza della nutrizione di tre specie erbacee foraggere (trifoglio sotterraneo, loiessa e pisello proteico), fertilizzate in maniera tradizionale (concime minerale e organo-minerale), somministrando 60 kg ha⁻¹ di P o 100 kg ha⁻¹ di N a seconda della coltura, e mediante apporto di sostanza organica da biomasse compostate dell'industria olearia e borlande stabilizzate. Sono state ottenute buone risposte produttive, dal momento che i risultati dei due trattamenti organici rispetto al minerale non si sono differenziati tra loro. I valori relativi al contenuto in nitrati, inoltre, si sono mostrati più bassi nelle tesi organiche.

Nel passaggio dalle parcelle di piccole dimensioni della prima sperimentazione, alle unità sperimentali di dimensioni maggiori della seconda, le tesi organiche analizzate evidenziano pertanto la possibilità di sostituire la fertilizzazione minerale, senza incorrere in decrementi produttivi e/o peggioramenti qualitativi.

Parole chiave: fertilizzanti; RSU-compost; rotazioni; specie foraggere; digeriti anaerobici.

Abstract

The repeated and plentiful mineral fertilizations, can lead to a progressive deterioration of soil fertility (SF) as well as can release nitrates which can move themselves through the soil profile till the groundwater. As a consequence, for maintaining high levels of both productivity and SF and for preventing environmental pollution, a greater supply of exogenous organic matter is needed. Municipal solid waste (MSW) compost is increasingly used in agriculture as soil conditioner but also as fertilizer (Ft), even if the main concern is loading the soil with heavy metals. This matter was investigated in two researches carried out for determining the effects of different N fertilizing strategies on sustainable crops production.

The experiments were carried out at Foggia (Southern Italy). The climate is classified as "accentuated thermomediterranean" (Unesco-FAO classification), with scanty rains and mainly concentrated in the winter months. The soil is a silty-clay Vertisol classified as "Typic Chromoxerert" (USDA Classification).

The aim of the first research was to evaluate the possibility to apply MSW-compost on typical crops of the trial environment (tomato, sunflower and sugar beet, in rotation with durum wheat), determining its effect on the yield and quality of plants and on the most important soil characteristics.

In the 2001-2007 trial years, on plots of 40 m² each cropped with industrial crops in rotation with durum wheat, the following four strategies of nitrogen (140 or 100 kg ha⁻¹) fertilization were compared in a split-plot design with three blocks: mineral (Nmin), half at the sowing/transplanting time, half as a top dressing; organic, with MSW compost (Ncomp), applied about one month before sowing or transplanting; mixed (Nmix), half with MSW compost, half with mineral Ft, spread as the same time of the first treatment. All of these treatments were compared with an unfertilized

control (N0). The results indicated that the MSW compost application did not decrease tomato, sunflower, sugar beet and durum wheat yields. In particular, among the fertilizing ways, the mixed treatment achieved the best grain yield in durum wheat, while the highest thousand seeds weight was obtained from Ncomp. With reference to industrial crops, the MSW compost was able not only to achieve satisfactory performance, especially when associated with mineral N, but also to improve the most important chemical soil characteristics. In fact, total P and K concentrations in compost-amended plots were comparable with that in mineral-fertilized ones, while significant differences between treatments were found in soil concentrations of N tot and TOC which increased after compost application. Besides, Ncomp caused no heavy metals pollution into the soil.

In the second trial started in 2004, on plots of 800 m² and cropped with three fodder crops (clover, pea and rye-grass), the following treatments were compared in a split-plot design with three blocks: mineral (Min) as superphosphate for legumes and as ammonium sulphate for grass (60 kg ha⁻¹ of phosphorus for legumes and 100 kg ha⁻¹ of nitrogen for grass); organic, with stabilized wine-producing-residues (Bor) and on farming compost (Com); commercial organic-mineral (Or-M) fertilizer. During the cropping cycles and at harvesting, growth, yield parameters and plant N status (SPAD readings and nitrate content) were determined. In addition, soil chemical characteristics were measured, even if the data here presented are still partial. The results showed the absence of significant differences in yield between Bor e Com treatments and the mineral one. Nitrate contents were often lower during the cropping cycle with Bor and Com. Furthermore, the application of organic fertilizers did not increase the soil heavy metals content. On the whole, the results obtained either in durum wheat and industrial crops, or in fodder crops, highlighted that in Mediterranean conditions it is possible to apply organic materials as substitutes of mineral fertilizers, at both plot and farm scale, without decrease the crops performance and improving the most important soil characteristics.

These findings highlighted that in Southern Italy it is sustainable to adopt alternative fertilizers for cropping, both at plot scale and at farm scale.

Key words: soil fertility; MSW-compost; crops rotation; fodder crops, heavy metals.

Introduzione

La fertilizzazione minerale, pur essendo fondamentale per sostenere le produzioni, contribuisce in maniera meno significativa alla fertilità globale del suolo e, nel caso di eccessive e ripetute somministrazioni, aumenta i rischi di inquinamento dovuti in particolare alla lisciviazione dei nitrati (Janzen *et al.*, 2003). Per impedire che sistemi colturali intensivi minaccino l'uso sostenibile della risorsa suolo, è quindi necessario poter disporre di materia organica (Gil *et al.*, 2008).

Numerosi studi (Aggelides e Londra, 2000; Montemurro *et al.*, 2004; Crecchio *et al.*, 2004; Ferri *et al.*, 2006) riguardanti l'impiego di ammendanti ricchi di sostanza organica, hanno evidenziato, infatti, che la loro applicazione determina un miglioramento delle caratteristiche chimico – fisiche e biologiche del suolo, con incremento della fertilità. In questo ambito si inserisce il compostaggio della frazione organica dei Rifiuti Solidi Urbani (RSU) provenienti da raccolta differenziata. La produzione di compost (da questi materiali organici) il loro uso oltre che consentire in agricoltura un costo relativamente basso, rappresenta anche una alternativa alla messa in discarica, con positive ricadute a livello sociale. L'impiego di compost da RSU in agricoltura favorisce la crescita delle piante rifornendole dei nutrienti necessari (Togun e Akanbi, 2003), incrementando il livello di elementi nutrizionali nel suolo (Giusquiani *et al.*, 1988) e mantenendo i livelli di sostanza organica al di sopra dei valori critici

(Ferri *et al.*, 2000; Crecchio *et al.*, 2004). Si rende indispensabile, tuttavia, non solo conoscere la composizione chimico-fisica di tale compost, ma anche programmare quantitativi e tempi di somministrazione (Ferri *et al.*, 1998). Negli ambienti semiaridi Mediterranei, l'apporto al suolo di compost da RSU consente di preservare la sostanza organica già scarsamente presente e in più normalmente soggetta a intensa perdita per mineralizzazione. D'altra parte, come indicato da Karagiannidis (1999), possono insorgere problemi ambientali derivanti dall'aumento di metalli pesanti nel suolo a seguito dell'applicazione di questo materiale, per cui occorre partire da matrici di buona qualità. Analogamente, l'impiego di scarti agro-industriali liquidi nella fertilizzazione organica del terreno, se da un lato, per l'elevato contenuto di elementi nutritivi necessari alla crescita delle piante, può rappresentare una fonte di fertilità (Montemurro *et al.*, 2004), dall'altro può apportare al suolo elementi fitotossici quali sali e polifenoli. I digeriti anaerobici, in particolare le borlande vitivinicole, sono invece di più recente utilizzazione in agricoltura e sono oggetto di nuovi studi. A seguito della stabilizzazione della sostanza organica contenuta, le borlande si configurano come eccellenti concimi organo-minerali solidi (Sequi, 2002).

Vi sono, tuttavia, ancora poche informazioni riguardo alla sostituibilità di fertilizzanti chimici con compost da RSU e con biomasse di scarto stabilizzate di origine agroindustriale, in particolare per colture allevate nelle condizioni ambientali dell'area

Mediterranea. Sulla base di tali considerazioni, in questa nota sono riportati i risultati ottenuti con due distinte attività di ricerca condotte in cooperazione tra il CRA - Unità di Ricerca per i Sistemi Colturali degli Ambienti Caldo-Aridi di Bari e l'Unità di Ricerca per lo Studio dei Sistemi Colturali di Metaponto.

Nella prima sperimentazione è stata valutata la possibilità di impiegare, su colture industriali tipiche del Tavoliere pugliese, un compost ottenuto da RSU in alternativa alla tradizionale concimazione minerale azotata, mentre nella seconda esperienza è stata verificata l'idoneità all'uso, su colture foraggere, di biomasse compostate dell'industria olearia e digeriti anaerobici da scarti dell'industria vitivinicola.

Considerando, pertanto, l'obiettivo comune, vale a dire lo studio degli effetti prodotti da strategie di fertilizzazione alternative, si vuole evidenziare l'importanza del passaggio, attraverso le attività di ricerca presentate, dalla scala parcellare a quella aziendale.

Materiali e metodi

La prima ricerca cui si fa riferimento in questo lavoro è stata condotta a Foggia, presso l'azienda sperimentale del CRA - Unità di Ricerca per i Sistemi Colturali degli Ambienti Caldo-Aridi, a partire dalla primavera 2001 e si è conclusa nel 2007. Il suolo sede della prova è un vertisuolo argillo-limoso di medio impasto, "Typic Chromoxerert" (classificazione USDA) avente le seguenti caratteristiche medie:

azoto (N) totale = 1,22 g kg⁻¹; fosforo assimilabile = 41 mg kg⁻¹; potassio scambiabile = 1018 mg kg⁻¹; sostanza organica = 20 g kg⁻¹; C/N = 10; sabbia = 19,5%; limo = 31,1%; argilla = 49,4%. Il clima, del tipo termomediterraneo accentuato, è caratterizzato da piogge scarse e concentrate per lo più nei mesi invernali.

In uno schema sperimentale a split plot con tre repliche, è stata avviata una successione colturale su parcelle elementari di 40 m², ponendo frumento duro in rotazione biennale con pomodoro, barbabietola e girasole, allo scopo di confrontare tecniche alternative di fertilizzazione.

Le tesi sperimentali valutate (tab. 1) sono state: (N0) controllo non fertilizzato; (Nmin) minerale con dose ottimale della zona, corrispondente a 140 o 100 kg di N per ettaro, a seconda della coltura, somministrati in due soluzioni e in particolare: per il pomodoro 70 kg in forma di solfato ammonico al trapianto e 70 kg come nitrato ammonico in copertura, per il girasole, la barbabietola e il frumento 50 kg alla semina come solfato ammonico e 50 kg in copertura come nitrato ammonico; (Ncomp) organica, con quantitativi di compost RSU da raccolta differenziata tale da fornire alle quattro colture in esame le stesse dosi di N del trattamento minerale, somministrati, però, in un'unica soluzione, all'incirca un mese prima del trapianto o della semina; (Nmix) mista con metà dose di N in forma organica prima di trapianto o semina e metà dose in forma mine-

rale (nitrato ammonico) in copertura, sempre differenziando le dosi complessive a seconda della coltura.

Al termine dei primi quattro anni di studio sono state, inoltre, condotte due annate di solo frumento duro non fertilizzato, nel biennio 2005-2006/2006-2007, per valutare eventuali effetti residui.

Durante il ciclo colturale e alla raccolta sono stati determinati, per ciascuna coltura, i principali parametri di accrescimento delle piante e i parametri produttivi e qualitativi. Sono state inoltre valutate le principali caratteristiche chimiche (N totale, P assimilabile, K scambiabile, ecc.) del suolo dopo i due cicli colturali.

La seconda attività di ricerca cui si fa riferimento, effettuata presso la stessa azienda a partire dal 2004, è stata realizzata su parcelle di 800 m², vale a dire su dimensioni unitarie venti volte maggiori rispetto alla precedente prova, con l'obiettivo di studiare le interazioni tra diversi trattamenti fertilizzanti nel sistema suolo - pianta, per un'agricoltura che intende perseguire processi di riconversione aziendale attraverso tecniche colturali eco-compatibili. Su questa base, l'attività di ricerca è stata finalizzata alla valutazione dell'efficienza della nutrizione di tre specie erbacee foraggere (trifoglio sotterraneo, loiessa e pisello proteico), fertilizzate in maniera tradizionale e mediante apporto di sostanza organica da biomasse compostate dell'industria olearia e di digeriti anaerobici.

Lo schema sperimentale utilizzato è uno split plot con tre ripetizioni, con la variabile principale "successione colturale" e le "strategie di fertilizzazione" nella sub-parcella.

La fertilizzazione delle leguminose è stata effettuata con riferimento al fabbisogno del solo fosforo, in quanto specie azoto-fissatrici, considerando la quantità normalmente apportata nella zona (60 kg ha⁻¹ di P), mentre per la loiessa si è fatto riferimento al solo fabbisogno in azoto, somministrando la quantità normalmente apportata nella zona (100 kg ha⁻¹ di N). Sono quindi stati posti a confronto quattro trattamenti (tab. 2): uno minerale (Min), con perfosfato minerale per le leguminose e di solfato ammonico per la graminacea; due organici, con borlanda stabilizzata (Bor), con compost aziendale (Com) e organo-minerale commerciale (Or-M), applicando sempre le dosi previste per ciascuna coltura dal protocollo sperimentale.

Durante il ciclo colturale e al momento della raccolta sono stati determinati per le tre specie i principali parametri biometrici, produttivi e indicatori dello stato nutrizionale (indice di verde-SPAD e nitrati-Nitrachek). Sono state, infine, valutate le caratteristiche chimiche del suolo e il contenuto in elementi potenzialmente tossici, i cui dati finora disponibili sono tuttavia ancora parziali.

In entrambe le esperienze è stato effettuato il confronto tra medie utilizzando il Duncan Multiple Range Test (DMRT).

Tabella 1. Trattamenti sperimentali a confronto nella prova sulle rotazioni**Table 1.** Experimental treatments applied on the crops in rotation

TRATTAMENTI	Pomodoro		Girasole, Barbabietola e Frumento duro	
	Dose N (kg ha ⁻¹)	Compost (t ha ⁻¹)	Dose N (kg ha ⁻¹)	Compost (t ha ⁻¹)
Nmin	140	0	100	0
Ncomp	140	8,56	100	5,5
Nmix	70+70	4,28	50+50	2,75
N0	0	0	0	0

Tabella 2. Trattamenti sperimentali nella prova sulle specie foraggere**Table 2.** Experimental treatments in the trial on fodder crops

TRATTAMENTI	Trifoglio (q ha ⁻¹)	Pisello (q ha ⁻¹)	Loiessa (q ha ⁻¹)
Min (Perfosfato minerale)	5,8	4,3	-
Min (Solfato ammonico)	-	-	5,0
Bor	109,0	78,0	108,0
Com	192,0	138,0	78,5
Or-M	9,4	6,9	16,9

Risultati e discussione

I risultati produttivi (tabb. 3, 4 e 5) conseguiti Nella prima attività di ricerca dalle tre colture industriali in rotazione con il frumento duro hanno evidenziato come i trattamenti che prevedevano l'impiego del compost, da solo o in associazione al fertilizzante minerale (Nmix), si sono poste sul medesimo livello produttivo della tesi fertilizzata con concime tradizionale (Nmin) in accordo con quanto trovato da altri autori (Maynard, 1995; Togun e Akanbi, 2003).

Per quanto concerne i parametri qualitativi, le tabelle mostrano l'assenza di differenze significative nelle medie biennali delle tesi poste a confronto, a parità di azoto somministrato, a conferma dei risultati ottenuti negli stessi ambienti pedoclimatici da Rinaldi *et al.* (2004). Tra i parametri qualitativi della barbabietola, molto interessante è risultato il valore dell'azoto α -ammonico (azoto nocivo) rilevato in Nmix (1,74 meq/100 g di polpa) significativamente più basso in particolare della tesi Nmin (1,97 meq/100 g di polpa). Tale dato conferma come sia possibile e utile la parziale sostituzione del fertilizzante minerale con quello organico, in quanto questo influenza positivamente il livello qualitativo finale.

L'applicazione di compost da RSU su pomodoro, barbabietola e girasole non ha fatto registrare, in definitiva, cali nelle rese e/o peggioramenti qualitativi, indicando la sostenibilità dell'impiego dei fertilizzanti organici, così come riscontrato da Montemurro *et al.* (2006) per altre colture e in altri ambienti.

Risultati altrettanto buoni sono stati conseguiti dal frumento in rotazione con le tre colture indu-

striali. Infatti, la tab. 6 mostra rese areiche e harvest index significativamente più elevati in seguito alla fertilizzazione mista, mentre il peso dei mille semi è apparso maggiore nella tesi organica (Ncomp 57,3> Nmix 56,0> N0 55,9> Nmin 53,0). I risultati conseguiti dal frumento, pur essendo probabilmente la conseguenza di un effetto cumulato delle ripetute fertilizzazioni organiche attuate sulle colture in avvicendamento, rivelano che la parziale sostituzione del fertilizzante minerale con l'organico non deprime il risultato finale del frumento duro, a conferma di quanto riscontrato per altre colture nello stesso areale (Montemurro *et al.*, 2001; Montemurro *et al.*, 2007).

Dai dati relativi alle caratteristiche chimiche del suolo (media delle colture per trattamento, tab. 7), non si evidenziano significativi accumuli di metalli pesanti. Infatti, i livelli di Zn e Cu sono stati inferiori ai valori limite di concentrazione ammessi per il suolo, pari, per i due metalli pesanti, a 300 mg kg⁻¹ ed a 100 mg kg⁻¹. In particolare, il contenuto di Zn rilevato nella tesi Ncomp (124,35 mg kg⁻¹) è risultata sensibilmente più basso di quello di Nmin (137,75 mg kg⁻¹), mentre del tutto simili sono stati i livelli di Cu (93,36 e 91,31 mg kg⁻¹, rispettivamente per i due trattamenti). Questi risultati confermano quanto rilevato da Giusquiani *et al.* (1988), e Zheljzkov e Warman, (2004). La somministrazione del compost, d'altra parte, non ha alterato la normale evoluzione della fertilità del suolo e, di conseguenza, la formazione di P assimilabile e il contenuto di K scambiabile, in accordo con quanto rilevato da Gil *et al.* (2008).

Tabella 3. Effetti dei trattamenti sui principali parametri produttivi e qualitativi del pomodoro (medie biennali)

Table 3. Effects of experimental treatments on tomato performance (means of two years)

PARAMETRI	TRATTAMENTI			
	Nmin	Ncomp	Nmix	N0
Produzione totale bacche (t ha⁻¹)	88,2a	81,7ab	86,1a	76,5b
Produzione commerciale bacche (t ha⁻¹)	67,7a	65,0ab	66,9a	58,4b
Azoto asportato (t ha⁻¹)	211,9a	169,7b	195,9ab	172,8b
Acido citrico (mg/kg)	0,93a	0,95a	0,89a	0,81b
Gradi Brix (°B)	3,89	3,91	3,94	3,99
pH	4,34	4,42	4,36	4,42

I valori delle righe con lettere diverse sono significativamente diversi secondo il DMRT a $P \leq 0,05$

The values of each row followed by a different letter are significantly different according to DMRT at $P \leq 0,05$

Tabella 4. Effetti dei trattamenti sui principali parametri produttivi e qualitativi del girasole (medie biennali)

Table 4. Effects of experimental treatments on sunflower performance (means of two years)

PARAMETRI	TRATTAMENTI			
	Nmin	Ncomp	Nmix	N0
Produzione acheni (t ha⁻¹)	3,05	3,00	2,97	3,03
Diametro zona fertile calatide (cm)	15,51	15,00	14,69	15,11
Diametro zona sterile calatide (cm)	1,53	1,54	1,48	1,68
Proteina (%)	21,64	21,77	21,48	20,58
Olio (%)	49,83	49,65	50,09	49,65
Resa olio (t ha⁻¹)	1,53	1,50	1,49	1,50

I valori delle righe con lettere diverse sono significativamente diversi secondo il DMRT a $P \leq 0,05$

The values of each row followed by a different letter are significantly different according to DMRT at $P \leq 0,05$

Tabella 5. Effetti dei trattamenti sui principali parametri produttivi e qualitativi della barbabietola (medie biennali)

Table 5. Effects of experimental treatments on sugar beet performance (means of two years)

PARAMETRI	TRATTAMENTI			
	Nmin	Ncomp	Nmix	N0
Produzione radici (t ha⁻¹)	36,4	36,15	36,38	36,43
Lunghezza radici (cm)	28,84	29,95	29,7	29,34
Circonferenza radici (cm)	25,16	24,44	24,97	24,3
Saccarosio (%)	10,03a	9,02ab	9,78a	8,67b
Purezza (%)	98,40b	98,53a	98,45ab	98,55a
N α-amminico (meq/100g)	1,97a	1,80ab	1,74b	1,87ab

I valori delle righe con lettere diverse sono significativamente diversi secondo il DMRT a $P \leq 0,05$

The values of each row followed by a different letter are significantly different according to DMRT at $P \leq 0,05$

Tabella 6. Produzione e sue componenti del frumento dopo le tre colture da rinnovo (valori medi)

Table 6. Yield and yield components of durum wheat cropped after the three rotations (means value)

PARAMETRI	TRATTAMENTI			
	N0	Nmin	Ncomp	Nmix
Produzione granella (t/ha)	3,97d	4,92b	4,44c	5,29a
Proteine (%)	10,8	11,7	11,1	11,5
Peso 1000 semi (g)	55,9b	53,0c	57,3a	56,0b
Harvest index (%)	38,5c	41,5ab	40,9b	43,0a

I valori delle righe con lettere diverse sono significativamente diversi secondo il DMRT a $P \leq 0,05$

The values of each row followed by a different letter are significantly different according to DMRT at $P \leq 0,05$

Tabella 7. Caratteristiche chimiche del suolo dopo i due cicli colturali (media colture)
Table 7. Soil chemical characteristics at the end of the cropping cycles (crops mean values)

PARAMETRI	TRATTAMENTI			MEDIE
	Nmin	Ncomp	N0	
Ntotale (mg kg ⁻¹)	1,31	1,41	1,13	1,28
P ₂ O ₅ (assimilabile) (mg kg ⁻¹)	28,6	28,8	27,7	28,36
K ₂ O(scambiabile) (mg kg ⁻¹)	886,5	907,5	895	896,33
TOC (g kg ⁻¹)	14,75	15,62	15,05	15,14
Zn (mg kg ⁻¹)	137,75	124,35	96,94	119,68
Cu (mg kg ⁻¹)	91,31	93,36	107,06	97,24

Tabella 8. Parametri produttivi del trifoglio e componenti della produzione (medie biennali)
Table 8. Yield and yield components parameters of clover (means of two years)

TRATTAMENTI	Sostanza secca (%)	Biomassa verde totale (t ha ⁻¹)	Biomassa secca totale (t ha ⁻¹)	Altezza pianta (cm)
Min (Perfosfato minerale)	21,4	20,5	4,5	35,1
Bor	25,1	18,5	4,6	33,1
Com	29,8	17,9	5,4	37,4
Or-M	31,0	11,2	3,5	31,7

Tabella 9. Parametri produttivi della loiessa e componenti della produzione (medie biennali)
Table 9. Yield and yield components parameters of ryegrass (means of two years)

TRATTAMENTI	Sostanza secca (%)	Biomassa verde totale (t ha ⁻¹)	Biomassa secca totale (t ha ⁻¹)	Altezza pianta (cm)
Min (Solfato ammonico)	31,1	10,0	3,1	96,8
Bor	31,2	12,7	4,0	99,8
Com	32,5	9,8	3,2	85,9
Or-M	31,6	13,4	4,2	100,2

I valori riportati in tabella evidenziano, infine, che il compost ha incrementato l'N totale del suolo e il C totale (TOC) rispetto alla tesi Nmin, così come già osservato in condizioni analoghe da Montemurro *et al.* (2006). Tali risultati sono da collegare all'evidenza che l'aggiunta al suolo di biomassa da riciclo introduce nell'ambiente un substrato che può favorire l'attività dei microrganismi del suolo stesso (Ferri *et al.*, 1998; Bhattacharyya *et al.*, 2003).

Nella seconda prova sono state ottenute risposte produttive altrettanto interessanti, dal momento che i risultati conseguiti, dalle due tesi organiche Bor e Com non si sono differenziate in ognuna delle tre specie foraggiere saggiate (tabb. 8, 9 e 10) da quelle del trattamento Min. I risultati relativi al contenuto in nitrati mostrano, durante i cicli colturali del trifoglio (fig. 1), pisello (fig. 2) e loiessa (fig. 3) valori più bassi nella tesi Com, oltre a un decremento medio tra inizio e fine ciclo per entrambe le tesi organiche Bor e Com. L'esito della determinazione precoce dello stato nutrizionale gioca, pertanto, ulteriormente a favore della

fertilizzazione organica, a conferma degli studi di Montemurro *et al.* (2001) da cui è emerso, tra l'altro, che tale determinazione è un possibile strumento di razionalizzazione della fertilizzazione azotata.

Le principali caratteristiche chimiche del suolo (tab. 11), relativamente all'inizio del secondo anno di questa sperimentazione, suddivise per specie e per trattamento, evidenziano come il contenuto degli elementi potenzialmente tossici non ha fatto registrare nessuna variazione di rilievo fra le tesi poste a confronto in tutte e tre le specie in esame, così come riscontrato in altri studi da Montemurro *et al.* (2006). Rispetto ai valori standard, inoltre, le medie per i contenuti in metalli pesanti, risultano sensibilmente inferiori. Un'analisi più approfondita potrà essere effettuata, tuttavia, solo dopo aver completato le determinazioni relative alla fine del triennio di sperimentazione, quando sarà possibile verificare gli eventuali effetti di accumulo degli elementi potenzialmente tossici e l'incremento delle frazioni organiche a seguito della fertilizzazione.

Tabella 10. Parametri produttivi del pisello proteico e componenti della produzione (medie biennali)**Table 10.** Yield and yield components of pea (means of two years)

TRATTAMENTI	Biomassa totale (t ha ⁻¹)	Produzione residui (t ha ⁻¹)	Produzione della granella al 13% umidità (t ha ⁻¹)	Lunghezza stelo (cm)
Min (Perfosfato minerale)	3,7	2,4	1,3	48,8
Bor	2,9	1,9	1,1	52,9
Com	2,7	1,7	1,0	50,3
Or-M	3,9	2,5	1,5	45,3

TRATTAMENTI	Altezza primo baccello (cm)	Peso di un baccello (g)	Semi in un baccello (n°)	Lunghezza baccello (cm)	Peso 1000 semi (g)
Min (Perfosfato minerale)	45,2	0,9	3,3	4,4	265,4
Bor	46,9	1,1	3,7	4,9	257,7
Com	46,5	1,3	4,0	4,9	279,4
Or-M	42,8	1,0	3,6	4,8	258,2

Tabella 11. Caratteristiche chimiche ed elementi potenzialmente tossici nel suolo - dati del 2005 (mg kg⁻¹)**Table 11.** Chemical soil characteristics and heavy metal levels at 2005 (mg kg⁻¹)

COLTURA	TRATTAMENTI	N-NO ₃	N-NH ₄	P ₂ O ₅ ass.	K ₂ O sc.	Zn	Cu	Ni	Pb	Cd
Loiessa	Min (Solfato ammonico)	15,2	1,8	11,9	1372	49,5	25,4	12	20,5	0,3
	Bor	12,9	1,8	11,7	1320	50,3	26,2	12,2	21,4	0,4
	Com	17,6	1,9	12,4	1321	50,2	26,7	11,7	21,1	0,5
	Or-M	15,1	1,8	11,9	1230	47,3	26,3	10,9	20,6	0,5
Pisello	Min (Perfosfato minerale)	24,3	2,2	11,6	1386	49,7	27,6	11,1	22,4	0,4
	Bor	18,3	2,2	15	1168	49,7	27,5	11,1	21,2	0,5
	Com	21,6	2,1	11,5	1345	49,8	26,9	11	21,1	0,4
	Or-M	31,0	2,1	12,4	1278	49,4	27,2	11,1	21,1	0,4
Trifoglio	Min (Perfosfato minerale)	16,9	3,3	14,6	1027	52,1	25,9	12,8	21	0,5
	Bor	21,2	2,2	11,8	1484	51,2	27,8	12,8	20,6	0,5
	Com	19,2	2,9	12,7	1080	48,4	27,4	12,5	20	0,4
	Or-M	15,7	2,4	12,9	1200	49,8	25,9	12,6	21,3	0,5
Valori medi		19,1	2,2	12,5	1267,6	49,8	26,7	11,8	21	0,4
Valori standard						300	100	75	100	1,5

Conclusioni

Dalle due attività di ricerca presentate, è emerso che l'uso di biomasse di scarto, trasformate tramite due diversi processi di biostabilizzazione, compostaggio e digestione anaerobica, consente di praticare un'agricoltura sostenibile. Infatti, è risultato possibile sostituire la fertilizzazione minerale con quella organica, in grado sia di mantenere livelli produttivi soddisfacenti, sia di mantenere o migliorare la fertilità del suolo, senza, peraltro, incrementare il livello dei metalli pesanti.

La somministrazione di fertilizzanti organici appare, inoltre, particolarmente indicata nei suoli di ambienti caldo-aridi, quale quello in esame, che sono maggiormente sottoposti ai processi di mineralizzazione, in quanto in grado di reintegrare in essi il contenuto di sostanza organica.

I risultati ottenuti in scala parcellare, confermati da quelli ottenuti a livello aziendale, incoraggiano, infine, l'opportunità di applicazione di strategie di fertilizzazione a scala più ampia, con il sostegno di studi di pianificazione territoriale.

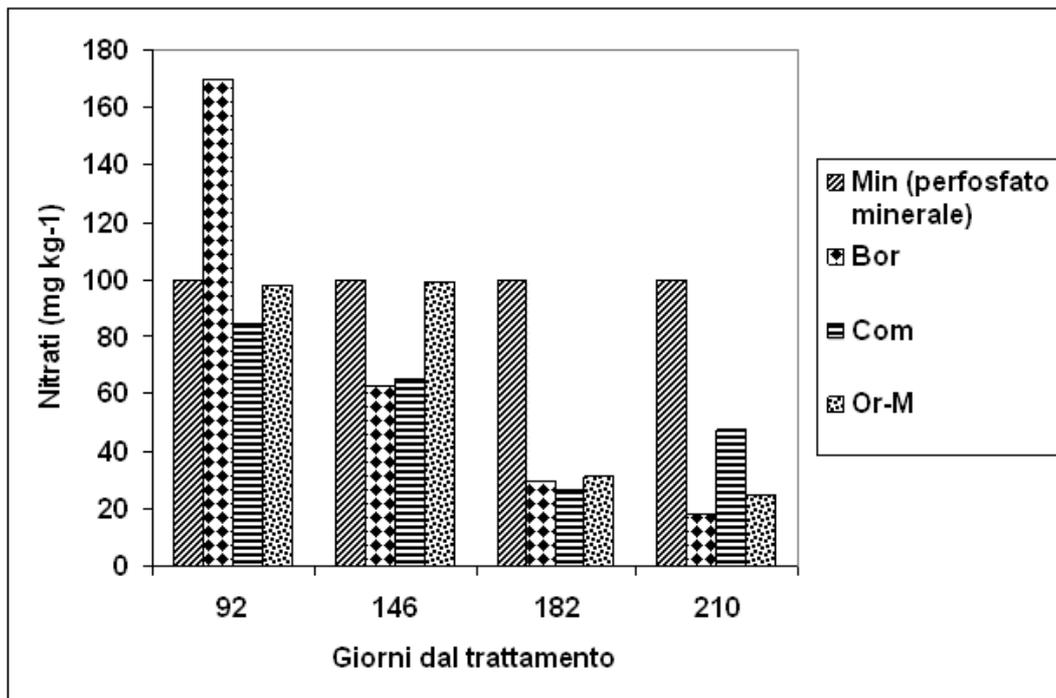


Figura 1. Contenuto di nitrati del trifoglio (medie biennali - variazioni percentuali rispetto alla tesi ottimale)
Figure 1. Nitrate contents of clover (means of two years - per cent variations in comparison with the optimal thesis)

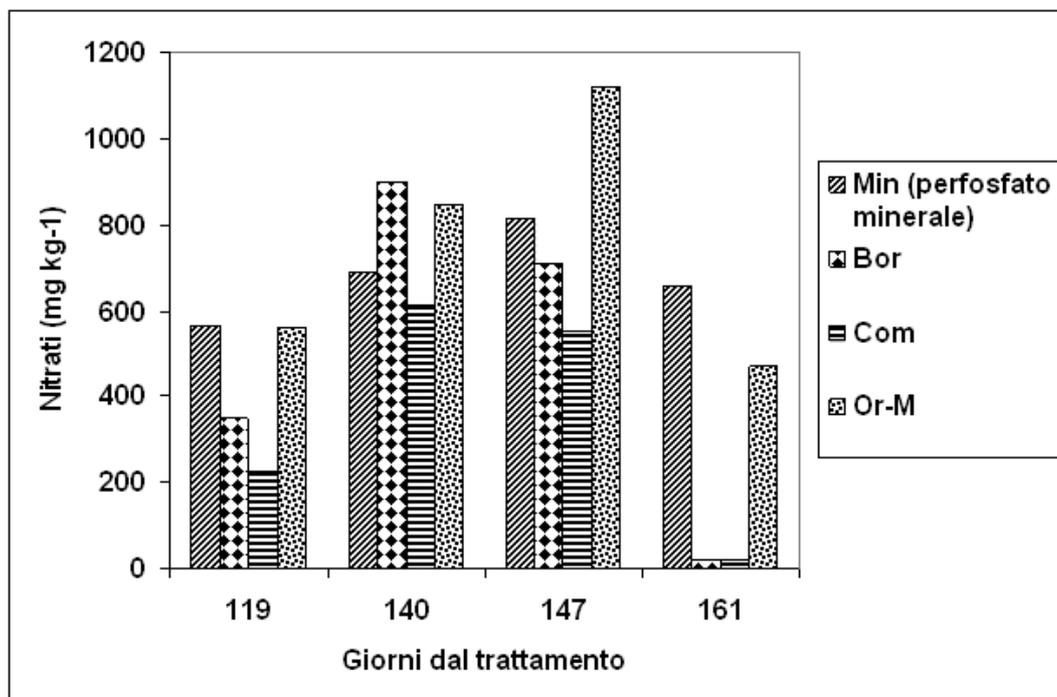


Figura 2. Contenuto di nitrati del pisello proteico (medie biennali - variazioni percentuali rispetto alla tesi ottimale)
Figure 2. Nitrate contents for pea (means of two years - per cent variations in comparison with the optimal thesis)

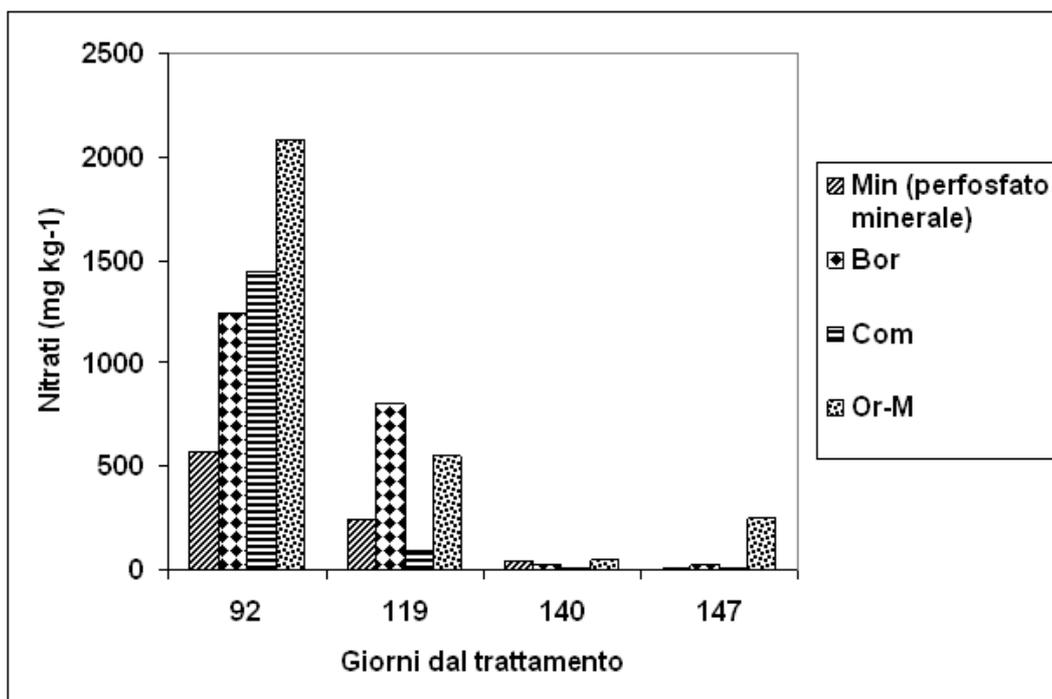


Figura 3. Contenuto di nitrati della loiessa (medie biennali - variazioni percentuali rispetto alla tesi ottimale)

Figure 3. Nitrate contents for ryegrass (means of two years- per cent variations in comparison with the optimal thesis)

Bibliografia

- Aggelides S.M., Londra P.A. 2000. Effects of compost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties of a loamy and a clay soil. *Bioresource Technology* 71: 253-259.
- Bhattacharyya P., Chakrabarti K., Chakraborty A. 2003. Effect of MSW compost on microbiological and biochemical soil quality indicators. *Compost Science & Utilization* 11 (3): 220-227.
- Crecchio C., Curci M., Pizzigallo M., Ricciuti P., Ruggiero P. 2004. Effects of municipal solid waste compost amendments on soil enzyme activities and bacterial genetic diversity. *Soil Biol. Biochem.* 36: 1595-1605.
- Ferri D., Convertini G., De Giorgio D., Giglio L., La Cava P. 1998. Monitoraggio di alcune proprietà di un vertisuolo meridionale ammendato con compost da rifiuti solidi urbani, in relazione alla produzione di frumento e barbabietola. *Bollettino della Società Italiana della Scienza del Suolo*, XLVII (2): 217-232.
- Ferri D., Convertini G., Montemurro F. 2000. Agronomic benefits on crops and soil of municipal solid waste compost applied on a vertisol in Southern Italy. *Proc. of 11th International Soil Conservation Organization Conference*, 22-27.
- Ferri D., D'Andrea L., Montemurro F., Convertini G. 2006. Possible use of new amendments on lettuce: yield, quality and N utilization. *Proc. of 14th World Fertilizer Congress, Chaing Mai, (Thailand)*.
- Gil M.V., Carballo M.T., Calvo L.F. 2008. Fertilization of maize with compost from cattle manure supplemented with additional mineral nutrients. *Waste Management* 28: 1432-1440.
- Giusquiani P.L., Marucchini C., Businelli M. 1988. Chemical properties of soils amended with compost of urban waste. *Plant and Soil*, 109: 73-78.
- Janzen H.H., Beauchemin K.A., Bruinsma Y., Cambell C.A., Desjardins R.L., Ellert B.L., Smith E.G. 2003. The fate of nitrogen in agroecosystem: an illustration using Canadian estimates. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 67: 85-102.
- Karagiannidis N. 1999. Effect of industrial waste application on plant growth. *Agrochimica*, 43(1): 18-27.
- Maynard A.A. 1995. Cumulative effects of annual addition of MSW compost on the yield of field-grown tomatoes. *Compost Science & Utilization* 3 (2): 47-54.
- Montemurro F., Ferri D., Convertini G. 2001. Previsione dello stato nutrizionale e dell'efficienza della nutrizione azotata in colture meridionali mediante test rapidi su nitrati e clorofilla. *Bollettino della Società Italiana della Scienza del Suolo*, 50 (4): 961-973.
- Montemurro F., Ferri D., Convertini G. 2004. Mill wastewater and olive pomace compost as amendments for rye-grass. *Agronomie* 24: 481-486.
- Montemurro F., Maiorana M., Convertini G., Ferri D. 2006. Compost organic amendments in fodder crops: effects on yield, nitrogen utilization and soil characteristics. *Compost Science & Utilization* 14 (2): 114-123.
- Montemurro F., Maiorana M., Convertini G., Ferri D. 2007. Alternative sugar beet production using shallow

- tillage and municipal solid waste fertilizer. *Agronomy for Sustainable Development* 27: 129-137.
- Rinaldi M., Trotta G., Ferri D., Vonella A.V., Elia A. 2004. Fertilizzanti azotati alternativi su pomodoro da industria. *L'Informatore Agrario* 11: 65-68.
- Sequi P. 2002. Borlande da residui vitivinicoli, ottimo concime organico azotato. *L'Informatore Agrario* 19: 26.
- Togun A.O., Akanbi W.B. 2003. Comparative effectiveness of organic-based fertilizer to mineral fertilizer on tomato growth and fruit yield. *Compost Science & Utilization*, 11(4): 337-442.

Fertilizzazione minerale ed organica nei sistemi colturali orticoli: conflitto o sinergismo

Nicola Losavio, Francesco Montemurro, Rita Leogrande, Ornella Lopedota*

CRA-Unità di Ricerca per lo Studio dei Sistemi Colturali
c/o AASD "Pantanello" S.S. 106 Jonica km 448.2, 75010 Metaponto (MT)

* Corresponding author: e-mail: ornella.lopedota@entecra.it; Tel.: 0835 244422; Fax: 0835 745286

Riassunto

Negli ambienti meridionali, caratterizzati da terreni argillosi, a tutt'oggi non vi sono sufficienti studi sulle possibilità e sui limiti della fertilizzazione organica effettuata con compost ottenuti dalla trasformazione aerobica dei rifiuti solidi urbani (raccolta differenziata) e di altri scarti agro-industriali (ad esempio, le borlande).

Presso l'azienda sperimentale "Campo 7" di Metaponto (MT), nel biennio 2006-07 è stata condotta una ricerca su due orticole tipiche dell'area metapontina (melanzana e melone d'inverno) allo scopo di valutare la possibilità di sostituire la fertilizzazione organica commerciale con matrici organiche sperimentali e di calcolare gli effettivi fabbisogni idrici. Pertanto, alla raccolta, su un'area di saggio definita, sono stati determinati i principali parametri produttivi e calcolata la produzione areica.

Le piantine di melanzana e melone sono state trapiantate nella seconda metà di maggio. È stato adottato un disegno sperimentale a strip plot con tre ripetizioni; nei parcelloni i trattamenti irrigui (ripristino del 100% -T1 e del 50%-T2 dell'acqua persa per evapotraspirazione calcolata) nelle parcelle i trattamenti fertilizzanti: concime minerale (FM), stallatico, fertilizzante organico commerciale (F1) e due matrici organiche sperimentali, borlande da residui vitivinicoli (F2) e compost da residui solidi urbani (F3). Le dosi di azoto somministrate sono state, rispettivamente, di 200 e 150 kg ha⁻¹ per la melanzana ed il melone.

Dopo il biennio di ricerca è emerso che i parametri produttivi analizzati sul melone d'inverno non sono stati influenzati significativamente dalla tipologia dei fertilizzanti impiegati. Pertanto, è possibile, in questa orticola, la totale sostituzione del fertilizzante minerale con matrici organiche commerciali e sperimentali.

La produzione areica di melanzana ottenuta dal trattamento F2 è risultata uguale a quella avuta con l'utilizzo del fertilizzante commerciale (F1) mentre, con il trattamento F3 si è ottenuta una riduzione del 16%. In ogni caso, per la melanzana i migliori risultati produttivi sono stati ottenuti con la concimazione minerale.

Apportando un volume irriguo stagionale pari al 50% di quello ottimale, le produzioni commerciabili del melone e della melanzana hanno subito riduzioni, rispettivamente, del 20 e 15%.

Parole chiave: compost, borlanda, stallatico, melanzana, melone

Abstract

The use in agriculture of organic fertilizers and amendments (manure, by-products from alimentary industries, municipal solid waste compost, etc.) could develop a sustainable agroecosystem due to their importance in the conservation of organic matter in soil.

The objectives of this research were to evaluate the effects of differing organic fertilizers on some crops yield.

The study was conducted in two years (2006-2007) at Metaponto (MT) in Southern Italy on a clay soil (Typic Epiaquerts according to Soil Taxonomy).

The effects of applications of mineral fertilizer (FM), and of three treatments with organic fertilizers (commercial fertilizer admitted in organic farming constituted from stable manure, F1; anaerobic digestate from wine distillery wastewater, F2; composted municipal solid organic wastes coming from the separate collection, F3) on melon (*Cucumis melo* cv. *Inodorus*) and eggplant (*Solanum melongena* L.) were studied. Doses of N applied were 150 and 200 kg ha⁻¹ for the melon and eggplant, respectively. Besides, on melon and eggplant the effects of two irrigation treatments (re-establishing 100%, T1, and 50%, T2, of calculated maximum crops evapotranspiration) were studied.

At the harvest of melon and eggplant fruits production, number of fruits/plant, average weight and dry matter were determined.

In two years of research the productive results of melon showed no statistically significant differences among the four different treatments, the average total yield was 29 t ha⁻¹.

No significant difference was found between commercial organic manure (F1) and the experimental treatment based on anaerobic digestate (F2) in total and marketable yields of eggplant. Conversely, the F3 treatment showed the

lowest values of all measured parameters, the reduction of yield was of 16% compared to F1. The eggplant yields were more influenced by mineral fertilizer than organic ones.

Agronomical responses of both crops, as affected by irrigation treatments (T1 and T2) appear statistically different; in fact, the increase of yield obtained in treatment T1, in comparison to T2, was 20% for eggplant and 15% for melon.

Key words: Compost, wine distillery wastewater, stable manure, eggplant, melon

Introduzione

La fertilità di un terreno è strettamente legata alla dotazione in sostanza organica, in grado di determinare ed influenzare le caratteristiche e le proprietà dei suoli. Tra le diverse componenti del suolo, essa è quella maggiormente sensibile all'azione esercitata dall'uomo attraverso le pratiche agricole (D'Antonio e Ingenito, 2006). Nei suoli italiani la sostanza organica è presente, in media, tra l'1 ed il 3% (D'Antonio e Ingenito, 2006) e tende a diminuire progressivamente, lentamente ed interrottamente. L'impiego di compost di qualità proveniente dalle biomasse di scarto potrebbe essere una valida pratica per migliorare la dotazione di sostanza organica nel suolo. Il settore agricolo potrebbe beneficiare di adeguati e sistematici ammendanti organici mediante compost, per sopperire al continuo depauperamento della sostanza organica nel terreno dovuto alle pratiche colturali intensive e all'utilizzo non ottimale dei concimi minerali. Alcuni studi hanno mostrato che l'uso di compost in agricoltura procura benefici al suolo, alle colture e all'ambiente (Roe *et al.*, 1993; Hicklelenton *et al.*, 2001).

La fertilizzazione organica in agricoltura è un'antica e importantissima pratica agronomica molto rivalutata negli ultimi anni soprattutto grazie alla diffusione di sistemi di coltivazione biologica, adottati in un'ottica di sostenibilità ambientale. Con l'apporto di materiale organico non ci si limita a fornire elementi nutritivi ma si arreca una serie di benefici fisico-chimici e biologici (Zaccardelli *et al.*, 2006). Vista l'enorme produzione di rifiuti solidi urbani e agro-industriali, il riutilizzo di queste masse, previo compostaggio, nei terreni agrari, potrebbe garantire il completo ripristino della sostanza organica necessaria alla fertilità e alla stabilizzazione della produzione agricola e, contemporaneamente, lo smaltimento delle biomasse inquinanti dei rifiuti urbani attraverso il loro trattamento biologico.

A tale scopo l'Unità di Ricerca per lo studio dei sistemi colturali, nell'ambito del progetto di ricerca "PROM" (Progetto di Ricerca per potenziare la competitività di Orticole in aree Meridionali), finanziato dal MiPAAF, ha impostato una ricerca triennale (2006-2008) con l'obiettivo di studiare gli effetti di differenti volumi irrigui e differenti matrici organiche (commerciali e sperimentali) sulla produzione quantitativa della melanzana e melone d'inverno.

Materiali e metodi

La ricerca è stata condotta nel biennio 2006-'07 a Metaponto (MT) presso l'azienda sperimentale "Campo 7" dell'Unità di Ricerca per lo studio dei sistemi colturali, ubicata al centro dell'arco ionico metapontino, dotata di una stazione agrometeorologica con acquisizione in continuo (mediante data-logger ogni 10") dei principali parametri meteorologici e realizzata secondo le norme suggerite dal World Meteorological Organization (W.M.O.). Il suolo sede della prova è pianeggiante, profondo, molto compatto e tenace (classificato come Typic Epiaquerts secondo la Soil Taxonomy), dotato di elevata ritenzione idrica (umidità alla capacità idrica di campo e al punto di appassimento rispettivamente pari a 34,5 e 20,1% del peso secco del terreno) ma bassa conducibilità idraulica, povero di azoto totale (0,1%) e di sostanza organica (1,4%).

Sulla melanzana (cultivar "Top Bell") e sul melone (cultivar "Rugoso di Cosenza") è stato valutato l'effetto della concimazione tradizionale (FM), applicando solfato ammonico in pretrapianto e nitrato ammonico in copertura; dello stallatico, concime commerciale autorizzato in agricoltura biologica, (F1); e di due trattamenti con matrici organiche sperimentali: digestato anaerobico, borlande vitivinicole, (F2) e compost di residui solidi urbani provenienti da raccolta differenziata, (F3). I fertilizzanti organici sono stati apportati in un'unica soluzione 20 giorni prima del trapianto delle piantine. Il piano sperimentale prevedeva la somministrazione di una quantità di azoto pari a 200 e 150 kg/ha, rispettivamente per la melanzana ed il melone. Sono stati confrontati, inoltre, due trattamenti irrigui ripristinando il 100 (T1) ed il 50% (T2) dell'acqua persa per evapotraspirazione dalle colture e calcolata a partire dai dati giornalieri misurati alla vasca evaporimetrica. È stato adottato uno schema sperimentale a strip-plot, ripetuto tre volte, con i trattamenti irrigui randomizzati nei parcelloni e i trattamenti fertilizzanti nelle parcelle elementari. Il metodo irriguo utilizzato è stato quello 'a goccia' posizionando prima del trapianto, su ciascuna fila, un'ala con gocciolatori autocompensanti (portata 2,3 l/h). Nel biennio il trapianto delle due specie è avvenuto nella seconda metà di maggio. Per la melanzana e per il melone sono stati adottati sesti di impianto di 0,7 x 1 m e 0,6 x 1,5 ed una densità di investimento

pari a 1,4 e 1,1 piante m⁻², rispettivamente.

Le operazioni colturali effettuate nel corso del ciclo colturale sono state quelle comunemente adottate nella zona.

Dai frutti di melanzana prodotti nell'area di saggio di 5,6 m² su ciascuna parcella elementare e per ogni settimana è stata determinata la produzione totale e commerciabile e rilevato il numero e il peso medio delle bacche. Settimanalmente un campione di bacche è stato essiccato in stufa termoventilata a 70°C, fino al raggiungimento di un peso costante per calcolare la produzione areica totale espressa in sostanza secca. A fine ciclo sono stati misurati l'area fogliare (con l'apparecchiatura LI-COR 3000) per calcolare il LAI ed il peso secco delle foglie e dei fusti, per calcolare la biomassa secca totale delle piante.

Le bacche sono state raccolte a partire dall'11 luglio fino al 3 ottobre (12 settimane).

Alla raccolta del melone, eseguita in un'unica soluzione, da un'area di saggio di 4,5 m² su ciascuna parcella elementare, sono stati determinati produzione totale, peso medio, numero dei peponidi e la ripartizione del peponide in polpa, buccia, semi e placenta.

L'analisi statistica è stata effettuata usando le procedure del pacchetto SAS. L'effetto dei trattamenti è stato valutato attraverso la procedura dell'analisi della varianza, e le medie sono state confrontate con il test Student-Newman-Keuls.

Risultati e Discussione

L'andamento climatico del trimestre estivo nel biennio di prova è stato caratterizzato da valori delle temperature massime superiori di 1,4°C, rispetto alla media pluriennale (1981-2007), mentre le temperature minime sono rimaste nella norma; la pioggia, invece, è risultata quasi assente per entrambi gli anni (nel 2006 ci sono stati due eventi che hanno procurato una pioggia superiore di 15 mm rispetto alla media pluriennale; la domanda evaporativa del periodo interessato dalle colture nel 2006 non si è discostata dai valori medi pluriennali mentre nel 2007 il valore cumulato è risultato superiore alla norma di 213 mm.

Melanzana

Il ciclo biologico della melanzana (dal trapianto all'ultima raccolta) ha avuto una durata di 132 giorni: la prima raccolta è stata effettuata il 11 luglio (54 giorni dopo il trapianto) ed è proseguita per 11 settimane, con 20 raccolte nel 2006 e 11 nel 2007.

Nel 2006 la produzione totale e commerciabile, il peso medio e il numero di bacche (tab. 1) sono risultati significativamente più alti probabilmente, a causa di una sofferenza delle piantine verificatasi nel 2007 negli stadi iniziali del ciclo (stanchezza del terreno dovuta al ripetersi della coltura sullo stesso schema sperimentale).

La produzione totale e commerciabile e il numero di bacche (tab. 1) non hanno mostrato differenze significative tra i trattamenti in cui era previsto l'utilizzo dello stallatico (F1) e della borlanda (F2) mentre, il trattamento in cui è stato utilizzato il compost (F3) è risultato il meno produttivo. Montemurro *et al.* (2008) in una ricerca effettuata precedentemente ha evidenziato che l'applicazione di digestati anaerobici potrebbe essere una valida alternativa per apportare elementi nutritivi alle colture. La produzione commerciabile nel trattamento F3 è stata inferiore del 16% rispetto al F1, dovuto ad un minor numero delle bacche e non ad un minor peso medio delle bacche; quest'ultimo parametro non si è differenziato significativamente (219,3 g), visto che la raccolta delle bacche avveniva a maturazione commerciale, in relazione cioè alla dimensione raggiunta dai frutti.

La sostanza secca totale, calcolata alla raccolta, nei trattamenti F1 e F2 non ha mostrato differenze significative (5,7 t/ha); mentre è risultata significativamente più bassa nella F3 (4,7 t/ha). Tale riduzione è da imputarsi alla minore biomassa secca sia delle bacche che delle foglie risultate rispettivamente il 19 e 25% più basse della F1.

Nessuna differenza significativa è stata riscontrata tra i valori di LAI misurato alla raccolta nelle piante sottoposte ai tre fertilizzanti organici (1,03).

Per tutti i parametri analizzati, i migliori risultati sono stati ottenuti nel trattamento con concime minerale (FM) (tab. 1). Da questa ricerca è emerso che tra i fertilizzanti organici sperimentali, la borlanda potrebbe sostituire il fertilizzante organico commerciale (stallatico) senza compromettere la produzione. Le produzioni ottenute nel trattamento con il compost, nonostante siano state le più basse, sono risultate superiori a quelle riportate dai dati ISTAT (2004).

Durante il ciclo colturale sono stati effettuati 20 interventi irrigui per un volume stagionale di 6906 m³/ha, nel trattamento T1, e 3453 m³/ha nel T2. Dalla tabella 1 emerge che i valori di produzione totale e commerciabile, peso medio e numero delle bacche sono stati significativamente più elevati nel trattamento T1 ma con incrementi appena del 12, 15, 4 e 11% rispettivamente. Il valore di LAI, della sostanza secca delle bacche, delle foglie e dei fusti, determinati alla raccolta, non hanno mostrato differenze significative tra i due trattamenti irrigui.

Melone

L'intero ciclo biologico del melone (dal trapianto alla raccolta) ha avuto una durata media del biennio di 94 giorni.

Tutti i parametri produttivi ottenuti nel 2006 sono risultati inferiori, rispetto a quelli del 2007, a causa di un problema fitosanitario riscontrato in prossimità della raccolta che ne ha impedito la normale conclusione del ciclo.

Nessuna differenza significativa è stata riscontrata tra i diversi trattamenti fertilizzanti per quanto riguarda i parametri produttivi determinati alla raccolta. Dalla tabella 2 emerge infatti, che a parità di peso del peponide, il trattamento con il compost (F3) ha fornito i frutti con la più alta percentuale di polpa e la più bassa di buccia rispetto agli altri trattamenti fertilizzanti; in particolare, nella FM la percentuale di polpa è risultata la più bassa e quella di buccia la più alta. La maggiore porzione edule rappresenta un aspetto qualitativo positivo del frutto mentre, la minor buccia potrebbe causare una maggiore suscettibilità all'attacco di diversi patogeni.

Da questo studio si evince che i fertilizzanti organici sperimentali potrebbero sostituire sia il fertilizzante organico commerciale che quello minerale. Uno studio effettuato da Sikola e Yakovchenko (1996) evidenzia che l'incremento di produzione nel trattamento che ha usufruito del compost potrebbe dipendere dal miglioramento delle proprietà fisiche del suolo oltre che dall'apporto degli elementi nutritivi.

Durante il ciclo colturale del melone sono stati

effettuati 10 interventi irrigui per un volume stagionale di 3200 m³/ha, nel trattamento T1, e 1600 m³/ha nel T2. Dalla tabella 2 si evince che per tutti i parametri produttivi analizzati il trattamento T1 ha dato i migliori risultati anche se, nel trattamento in cui era previsto il 50% di ripristino, la produzione commerciabile si è ridotta solo del 15% dimezzando però il volume irriguo stagionale.

Conclusioni

Dopo il biennio di ricerca è emerso che per le due specie è possibile dimezzare i volumi irrigui senza compromettere eccessivamente le produzioni. Inoltre, dai risultati produttivi ottenuti dalle due specie sembrerebbe che il compost da residui solidi urbani e la borlanda da residui vitivinicoli passano a sostituire il fertilizzante organico ammesso in agricoltura biologica (stallatico) senza compromettere eccessivamente le produzioni. L'uso di queste matrici organiche consentirebbe il recupero delle biomasse provenienti da rifiuti urbani e dall'agroindustria destinati finora alla discarica indifferenziata e quindi alla loro scarsissima reintegrazione negli agroecosistemi di origine.

Tabella 1. Risultati produttivi ottenuti dalla melanzana nel biennio 2006-2007

Table 1. Yield and yield components parameters of eggplant in 2006-2007 years

Trattamenti	Produzione totale (t/ha)	Produzione commerciale (t/ha)	Peso medio peponidi (kg)	Peponidi/m ² (n.)	Ripartizione peponide		
					polpa (%)	buccia (%)	placenta e semi (%)
Anno							
2006	22.9b	15.6b	1.42b	1.09b	51.2b	39.6a	9.2a
2007	35.0a	33.3a	2.07a	1.70a	64.3a	28.2b	7.4b
Fertilizzanti							
FM	30.6a	25.0a	1.79a	1.41a	55.5b	36.5a	8.3a
F1	28.9a	24.9a	1.67a	1.46a	57.3ab	34.3ab	8.4a
F2	28.9a	24.5a	1.78a	1.35a	57.9ab	33.4ab	8.7a
F3	27.3a	23.3a	1.73a	1.37a	61.2a	30.8b	8.0a
Irrigui							
T1	31.9a	27.2a	1.78a	1.49a	58.4a	33.7a	7.9b
T2	25.9b	21.7b	1.70a	1.30b	57.7a	33.6a	8.8a

Nell'ambito di ciascuna colonna i valori seguiti da lettere diverse sono significativamente differenti per $P < 0.05$ (SNK)

The values of each column followed by a different letter are significantly different at $P \leq 0,05$ (SNK)

Tabella 2. Risultati produttivi ottenuti dal melone nel biennio 2006-2007

Table 2. Yield and yield components parameters of melon in 2006-2007 years

Trattamenti	Produzione totale (t/ha)	Produzione commerciale (t/ha)	Peso medio peponidi (kg)	Peponidi/m ² (n.)	Ripartizione peponide		
					polpa (%)	buccia (%)	placenta e semi (%)
Anno							
2006	22.9b	15.6b	1.42b	1.09b	51.2b	39.6a	9.2a
2007	35.0a	33.3a	2.07a	1.70a	64.3a	28.2b	7.4b
Fertilizzanti							
FM	30.6a	25.0a	1.79a	1.41a	55.5b	36.5a	8.3a
F1	28.9a	24.9a	1.67a	1.46a	57.3ab	34.3ab	8.4a
F2	28.9a	24.5a	1.78a	1.35a	57.9ab	33.4ab	8.7a
F3	27.3a	23.3a	1.73a	1.37a	61.2a	30.8b	8.0a
Irrigui							
T1	31.9a	27.2a	1.78a	1.49a	58.4a	33.7a	7.9b
T2	25.9b	21.7b	1.70a	1.30b	57.7a	33.6a	8.8a

Nell'ambito di ciascuna colonna i valori seguiti da lettere diverse sono significativamente differenti per $P < 0.05$ (SNK)

The values of each column followed by a different letter are significantly different at $P \leq 0,05$ (SNK)

Bibliografia

- D'Antonio A., Ingenito M.R. 2006. La sostanza organica nei suoli e la caratterizzazione pedologica dei siti di sperimentazione. Atti del convegno Utilizzo del compost da frazione organica dei rifiuti solidi urbani: attualità e prospettive. Napoli 30 novembre, 39-54.
- Hicklelenton P.R., Rodd V., Warman P.R. 2001. The effectiveness and consistency of source-separated municipal solid waste and bark compost as components of container growing media. *Sci.Hort.*, 91:365-378.
- ISTAT 2004. <http://www.istat.it/agricoltura/datiagri/coltivazioni/anno2004/anno2004.htm>
- Montemurro F., Canali S., Convertini G., Ferri D., Tittarelli F., Vitti C. 2008. Anaerobic digestates application on fodder crops: effects on plant and soil. *Agrochimica*, 2(LII)
- Roe N.E., Stoffela P.J., Bryan H.H.1993. Utilization of MSW compost and other organic mulches on commercial vegetable crops. *Compost Sci. Utilization*, 1(3):73-84.
- Sikola L.J., Yakovchenko V. 1996. Soil organic matter mineralization after compost amendment. *Soil Sci. Soc. of Am. J.*, 60 (5): 1401-1404.
- Zaccardelli M., Perrone D., Gazzella A., Del Galdo A., Giordano I. 2006. Valutazione bio-agronomica di una successione triennale di colture industriali e ortive in un terreno della Piana del Sele ammendato con compost da F.O.R.S.U. Atti del convegno "Utilizzo del compost da frazione organica dei rifiuti solidi urbani: attualità e prospettive", Napoli 30 novembre, 95-118.

Ammendamento in orticoltura con farine di disoleazione provenienti dalla filiera biodiesel

Massimo Zaccardelli^{1*}, Alfonso Pentangelo¹, Bruno D'Onofrio¹, Luca Lazzeri²

1 CRA-Centro di Ricerca per l'Orticoltura – Gruppo di Battipaglia (SA)

Via dei Cavalleggeri 25, 84098 Pontecagnano (SA)

2 CRA-Centro di Ricerca per le Colture Industriali

Via di Corticella 133, 40128 Bologna

* Corresponding author: Gruppo di Battipaglia. Strada Statale 18 n° 204, 84095 Battipaglia (SA)

E-mail: massimo.zaccardelli@entecra.it; Tel. 0828/305917; Fax: 0828/340169

Riassunto

Grazie allo sviluppo della filiera del biodiesel per la produzione di energia rinnovabile, le farine di disoleazione potranno essere impiegate per l'ammendamento e la concimazione delle colture agrarie, in quanto costituiscono un'importantissima fonte di sostanza organica, microelementi e macroelementi. In questo lavoro vengono esposti i risultati di un anno di attività relativa all'impiego di farine di disoleazione di girasole e di *Brassica carinata*, quest'ultima con proprietà biocida, nell'ammendamento di melanzana e scarola coltivate in pieno campo. Le prove hanno avuto luogo nel 2007/08 presso l'azienda sperimentale di Battipaglia del CRA-ORT. La melanzana, il cui ciclo si è svolto da giugno ad ottobre, è stata trapiantata 12 giorni dopo l'interramento delle farine, impiegate alla dose di circa 30 q ha⁻¹, equivalente alle unità di azoto somministrate con la concimazione minerale; come ulteriore controllo, è stata prevista una tesi non ammendata e non concimata. Le produzioni totale e commerciale di melanzana sono risultate significativamente più elevate nella tesi minerale rispetto alle tesi ammendate con farina di girasole o di *B. carinata*; le produzioni totale e commerciale ottenute dalla tesi di controllo non si sono distinte, statisticamente, da quelle ottenute con le due farine di disoleazione. A metà novembre, in successione alla melanzana e qualche giorno dopo l'interramento delle farine, è stata trapiantata la scarola. Alla raccolta, eseguita in aprile, le produzioni totali e commerciali ottenute con le farine non si sono distinte da quelle ottenute con la concimazione minerale e sono risultate significativamente più elevate rispetto a quelle ottenute dalla tesi di controllo. Questi risultati indicherebbero che, nel caso della melanzana in ciclo estivo-autunnale, le due farine di disoleazione non riescono a surrogare totalmente i concimi minerali allorquando vengono somministrate in un'unica soluzione prima del trapianto mentre, nel caso della scarola a ciclo vernino-primaverile, riescono perfettamente a surrogare un concime minerale a lento rilascio, come quello impiegato in questa sperimentazione.

Misure dello SPAD e di alcuni indici di attività biologica del suolo sono state eseguite durante il ciclo della melanzana; questi ultimi sono stati fortemente influenzati dall'apporto delle farine di disoleazione.

Parole chiave: *Brassica carinata*, *Heliantus annuus*, melanzana, scarola, SPAD, attività enzimatiche del suolo, respirazione del suolo.

Abstract

In the coming years, due to development of biodiesel industry for the production of renewable energy, defatted seed meals obtained will be a source of organic matter, microelements and macroelements (in particular nitrogen and phosphorus). Therefore, meals can be used for amendment and fertilization of agricultural crops. In this study, are illustrated results of a year of activity about the use of sunflower and *Brassica carinata* defatted seed meals (this last with biocidal properties too) in the amendment of two horticultural species, eggplant and endive escarole, cultivated in succession in open field. Trials were carried out in 2007/08 at Battipaglia, at the experimental farm of CRA-ORT. Eggplants, cultivated from June to October, were transplanted 12 days after burying of the meals, used at a dose of about 30 q ha⁻¹, equivalent to nitrogen units used for mineral fertilization (MIN). As additional control, a not amended and not fertilized plots were carried out (CNT). In total, 11 harvestings were performed between August and October; total and commercial yields were significantly higher for MIN (48.50 and 39.64 t ha⁻¹ respectively) than the treatments with sunflower meals (34 and 27.92 t ha⁻¹) and those with *B. carinata* meals (37.05 and 30.29 t ha⁻¹); total and commercial productions of CNT (30.67 and 23.85 t ha⁻¹) were not statistically different from those obtained with the two defatted seed meals. Production of eggplant in the first four harvestings (from mid august to early september) was the same as that obtained with mineral fertilization. From mid November, in succession to eggplant crop and few days after burying of the meals, endive escarole was transplanted. In april, at harvest, total and commercial production obtained with meals (39.0 and 33.18 t ha⁻¹ for sunflower and 38.99 and 31.66 t ha⁻¹ for *B. carinata*, respectively) were not distin-

guished from those obtained with mineral fertilization (45.19 and 38.59 t ha⁻¹) and were significantly higher than those obtained from control plots (19.45 and 16.16 t ha⁻¹). These results indicate that, for eggplant in summery-autumnal cycle, the two defatted seed meals cannot completely substitute mineral fertilizers when they are added in only one time before transplanting whereas, in the case of endive escarole with winter-spring cycle, the meals perfectly substitute a mineral slow release fertilizer, such as that used in this experiment. During growth of eggplant, measures of SPAD were periodically performed and results were in agreement with the yields obtained from the different treatments. Soil samples were also periodically collected to measure soil potential respiration and some biological activity indexes such as total hydrolase, dehydrogenase, β -glucosidase, phosphatase and sulfatase activities, all heavily influenced by defatted seed meals.

Key words: *Brassica carinata*, *Heliantus annus*, egg-plant, escarole endive, SPAD, soil enzymatic activities, soil respiration.

Introduzione

L'uso di ammendanti organici in agricoltura sta suscitando sempre più interesse tra i ricercatori, gli operatori agricoli e le autorità pubbliche, soprattutto in vista della necessità di reintegrare nel ciclo del carbonio i rifiuti organici di origine urbana. Molte informazioni sono state acquisite circa gli effetti benefici dell'impiego di compost ottenuti dai residui solidi urbani (Montemurro *et al.*, 2004; Zaccardelli *et al.*, 2006; Morra *et al.*, 2008). Molto più scarse sono, invece, le informazioni inerenti l'impiego di diverse altre matrici organiche nell'ammendamento dei terreni agricoli.

Lo sviluppo della filiera biodiesel per la produzione di energia alternativa ecocompatibile porterà, in futuro, all'incremento della produzione delle farine di disoleazione, derivate dall'estrazione meccanica e chimica dell'olio dai semi oleosi. Queste farine, essendo un'importante fonte di sostanza organica ed elementi minerali (soprattutto azoto e fosforo) (tab. 1) possono essere impiegate come ammendanti e fertilizzanti in orticoltura. Inoltre, essendo dei sottoprodotti (o meglio dei coprodotti) della filiera biodiesel, esse sono a basso costo e perciò competitive nei riguardi dei concimi di sintesi. Tra le diverse farine potenzialmente disponibili sul mercato, quelle derivate dai semi di crucifere – come quelle di *Brassica carinata* – sono di particolare interesse in quanto presentano anche effetti biocidi verso nematodi, funghi e batteri fitopatogeni (Lazzeri *et al.*, 2004; Manici *et al.*, 1999; Zaccardelli *et al.*, 2007), grazie alla massiccia liberazione di isotiocianati derivati dall'idrolisi dei glucosinolati contenuti nei semi (Lazzeri *et al.*, 2002; Shaine Tyson *et al.*, 2005).

In questo lavoro vengono esposti i risultati bioagronomici di un anno di attività inerente l'impiego di farine di girasole e di *B. carinata* nell'ammendamento e fertilizzazione di melanzana e, in successione, di scarola, coltivate in pieno campo. Inoltre, vengono riportati i risultati dell'impatto di queste farine sull'attività microbiologica del suolo.

Materiali e Metodi

Campi e disegno sperimentale

Le prove hanno avuto luogo nel 2007/08 presso l'azienda sperimentale di Battipaglia del CRA-ORT (Piana del Sele, Campania) caratterizzata da un suolo limo-argilloso (34,6 % di sabbia, 36 % di limo e 29,4 % di argilla) con pH 7,4 e povero di sostanza organica e azoto (8,8 g kg⁻¹ di carbonio organico e 1.0 g kg⁻¹ di N Kjeldahl).

Il disegno sperimentale era a blocchi completamente randomizzati con 2 repliche, ognuna delle quali ricoprente una superficie di 50 m². I trattamenti erano costituiti da: ammendamento con farine di girasole (*Helianthus annuus* L.); ammendamento con farine di una crucifera biocida (*Brassica carinata* A. Braun); fertilizzazione chimica (tesi MIN); controllo non ammendato e non fertilizzato (tesi CNT).

Condizione delle prove in campo

Le farine sono state uniformemente distribuite l'8 giugno 2007 e interrate nei primi 15 centimetri di profondità; dopo 12 giorni (20 giugno) si è provveduto al trapianto della melanzana ecotipo "Lunga di Napoli", adottando una densità di investimento di 2,5 piante m⁻².

Tabella 1. Composizione media della farina disoleata di *Brassica carinata*.

Table 1. Mean composition of defatted seed meals of *Brassica carinata*.

Olio %	N %	P %	K %	C %	C/N	Sost.Org %	G1 mMoli kg-1
9-12	5-6	0.7-1	2-2.5	40-45	7-8	80-85	95-115

Le farine sono state impiegate nella dose di circa 30 q ha⁻¹, equivalente alle unità di azoto (150 kg N ha⁻¹) somministrate, come nitrato di ammonio, in fertirrigazione alle parcelle MIN. Tutte le parcelle hanno ricevuto la stessa quantità di acqua di irrigazione. La tecnica colturale è stata quella tipicamente adottata nel comprensorio. Le piante di melanzana sono state rimosse a fine ciclo il 24 ottobre.

Dopo la coltivazione della melanzana, l'8 novembre le farine disoleate sono state uniformemente distribuite sulla superficie del terreno e immediatamente interrate nei primi 15-20 cm. La quantità di farine utilizzate sono state pari a 2,5 (girasole) e 2,3 (*B. carinata*) t ha⁻¹, equivalenti al numero di unità di azoto utilizzate nelle parcelle trattate con concime minerale azotato (120 kg N ha⁻¹). Il fertilizzante azotato è stato somministrato come "Entec 26", costituito da ammonio solfato solubile addizionato di 3,4 DMPP, un inibitore della nitrificazione. Le piante di scarola varietà "Cuartana" sono state trapiantate il 13 novembre, con una densità di investimento di 60.000 piante per ha⁻¹.

Misure dello SPAD

Durante il ciclo della melanzana, all'incirca ogni settimana, sono state eseguite misure dello SPAD (Minolta SPAD Chlorophyll Meter) per valutare lo stato nutrizionale delle piante. Per ogni data e per ogni trattamento, le misure sono state eseguite, nelle ore di massima attività fotosintetica, su 40 piante e sempre sulla prima foglia apicale completamente sviluppata.

Prelievo e conservazione dei campioni di terreno

Sempre durante il ciclo della melanzana, campioni di terreno sono stati raccolti nei primi 20 cm di profondità, 7, 18 e 32 giorni dopo l'ammendamento con le farine. Per ogni tesi sono stati raccolti 4 campioni, ognuno ottenuto dall'unione di quattro sub-campioni prelevati dalla stessa sub-parcella; i campioni di terreno sono stati setacciati a 2 mm e conservati a 4 °C per alcuni giorni, fino al momento delle analisi delle attività biologiche.

Determinazione delle attività biologiche

Le attività biologiche monitorate sono state: respirazione potenziale, attività deidrogenasica, attività idrolasica totale, attività fosfatasica, solfatasica e β -glucosidasi. La respirazione potenziale è stata misurata incubando ermeticamente i campioni di terreno per 3 settimane a 25 °C in presenza di NaOH e titolando, ogni 7 giorni, il CaCO₃ formatosi in seguito all'evoluzione della CO₂. L'attività deidrogenasica è stata determinata misurando l'assorbanza, a 464 nm, di iodonitrotetrazolioformazano (INTF) ottenuto dalla riduzione del 2(p-iodofenil)-3-(p-nitrofenil)-5-

fenil tetrazolio cloruro, dopo incubazione per 48 h a 37°C (Von Mercè and Schinner, 1991).

L'attività idrolasica totale è stata determinata misurando l'assorbanza, a 490 nm, della fluorescina liberata dall'idrolisi del diacetato di fluorescina, dopo 2 h di incubazione a 25°C (Schnürer and Rosswall, 1985). Le attività fosfatasica, solfatasica e β -glucosidasi sono state valutate misurando l'assorbanza, a 398 nm, del paranitrofenolo liberato dall'idrolisi del p-nitrofenildisodioortofosfato, dopo un'ora di incubazione a 37°C (Tabatai e Bremner, 1969; Nannipieri et al., 1979).

Analisi statistica

Per i dati bio-produttivi è stata eseguita l'analisi della varianza e le medie separate con il test di Duncan utilizzando il programma Mstat-C (Michigan State University, USA, 1988); per la respirazione e le attività enzimatiche, è stato eseguito il test t di Student-Fischer sui possibili confronti tra i 4 trattamenti, utilizzando il programma Sigma-Stat.

Risultati

Produzioni

Per la melanzana, sono state eseguite complessivamente 11 raccolte tra agosto e ottobre; le produzioni totale (fig. 1) e commerciale sono risultate significativamente più elevate nella tesi MIN (48,50 e 39,64 t ha⁻¹ rispettivamente) rispetto alle tesi ammendate con farina di girasole (34 e 27,92 t ha⁻¹) e a quelle ammendate con farina di *Brassica carinata* (37,05 e 30,29 t ha⁻¹); le produzioni totale e commerciale ottenute dalla tesi CNT (30,67 e 23,85 t ha⁻¹) non si sono distinte, statisticamente, da quelle ottenute con le due farine di disoleazione. Con le prime quattro raccolte (dà metà agosto ai primi di settembre) la produzione di melanzane è risultata praticamente la stessa di quella ottenuta con la concimazione minerale.

Per la scarola, raccolta in aprile, le produzioni totali e commerciali (tab. 2) ottenute con le farine (39,0 e 33,18 t ha⁻¹ per il girasole e 38,99 e 31,66 t ha⁻¹ per la *B. carinata*) non si sono distinte da quelle ottenute con la concimazione minerale (45,19 e 38,59 t ha⁻¹) e sono risultate significativamente più elevate rispetto a quelle ottenute dalla tesi di controllo (19,45 e 16,16 t ha⁻¹).

SPAD

Riguardo lo SPAD (fig. 2), fino alla fine della seconda decade di luglio, è stata osservata una maggiore concentrazione di azoto nelle piante coltivate nelle parcelle ammendate con le farine; dopo tale periodo, la concentrazione di azoto in queste piante è andata progressivamente diminuendo al contrario di quanto osservato nelle piante concimate con minerale.

Tabella 2. Produzione di scarola ottenuta nel 2008.
Table 2. Total yield of escarola endive obtained in the 2008

Trattamenti	Prod. TOT (q ha ⁻¹)	Prod. comm. (q ha ⁻¹)	Peso unitario cespo (TOT, g.)	Peso unitario cespo (comm., g.)
CNT	194,5 B	161,6 B	324,2 B	269,3 B
MIN	451,9 A	385,9 A	753,2 A	643,2 A
<i>B. carinata</i>	389,9 A	316,6 A	649,9 A	527,7 A
Girasole	390,0 A	331,8 A	656,8 A	558,8 A
<i>Media</i>	356,6	299	596	499,7

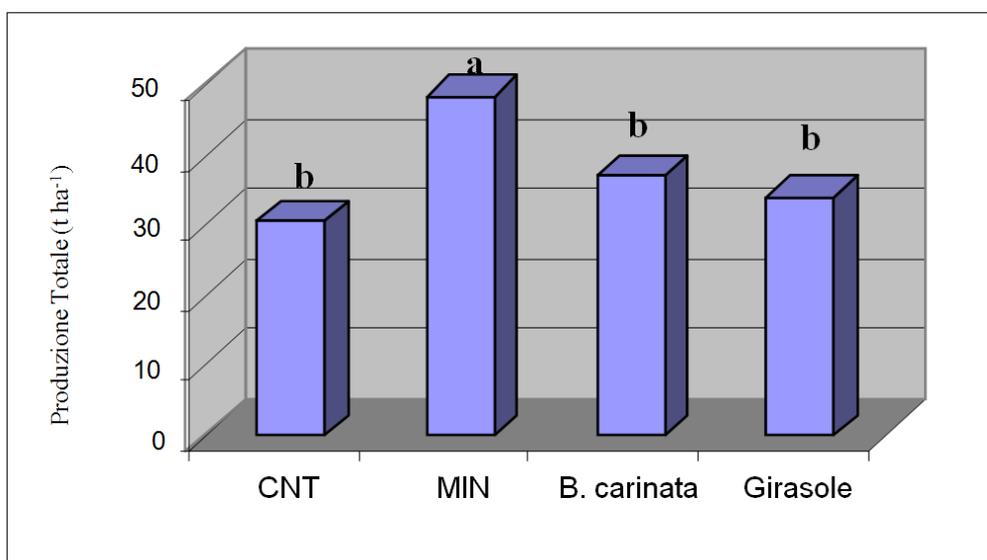


Figura 1. Produzione totale di melanzana ottenuta nel 2007
Figure 1. Total yield of eggplant obtained in the 2007

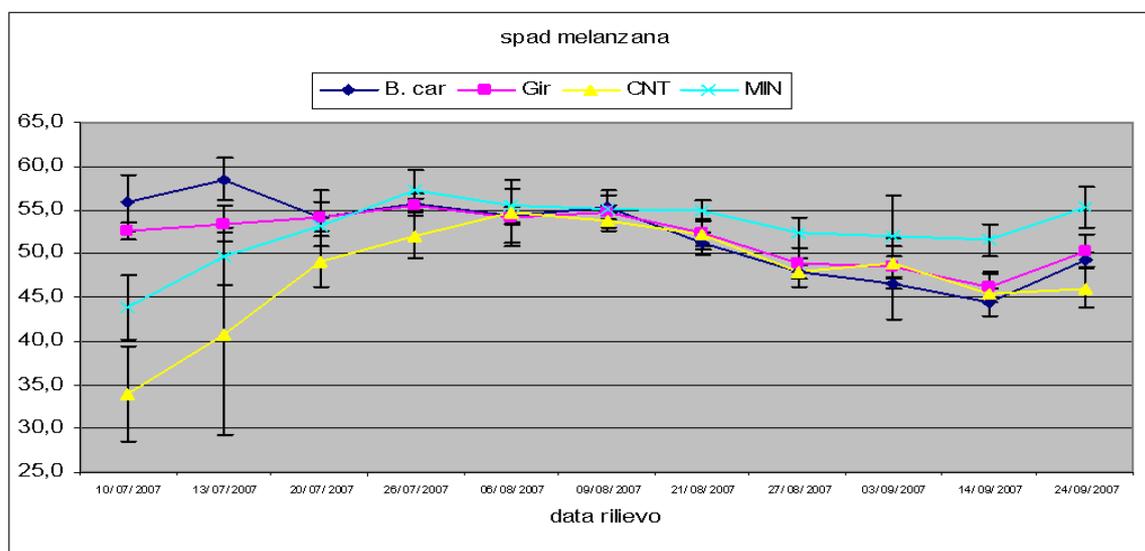


Figura 2. Andamento dello SPAD durante il ciclo della melanzana nel 2007
Figure 2. Trend of SPAD values during the cycle of eggplant in the 2007

Attività biologiche

Riguardo il monitoraggio degli indici di attività biologica, la respirazione potenziale (fig. 3) è risultata sensibilmente più elevata con la somministrazione delle farine rispetto al CNT e al MIN; tra le due farine, i livelli di respirazione registrati con quella di girasole sono stati più elevati rispetto a quelli registrati con la farina di *B. carinata*. L'attività idrolasica totale (fig. 4) è risultata molto alta, in tutte le date di campionamento, nelle parcelle ammendate con le farine rispetto a quelle di CNT e MIN, decrescendo rapidamente nelle parcelle trattate con *H. annuus*. L'attività deidrogenasica (fig. 5) è risultata più alta, nel primo campionamento, nelle parcelle trattate con farine ed è decresciuta rapidamente per tutti i trattamenti, specialmente con *B. carinata* nel secondo campionamento; nel terzo campionamento, questa attività ha raggiunto lo stesso livello per tutti i trattamenti eccetto per *H. Annus*, che è risultata molto alta. L'attività β -glucosidasi (fig. 6) è incrementata nel corso dei campionamenti per tutti i trattamenti, specialmente nel caso dell'ammendamento con le farine. L'attività fosfatasi (fig. 7) è incrementata dal primo al terzo campionamento nel caso dell'ammendamento con le farine, mentre è decresciuta nel caso delle tesi CNT e MIN, soprattutto dal secondo al terzo campionamento. L'attività solfatasi (fig. 8) è stata più elevata dove sono state aggiunte le farine, nel primo e nel secondo campionamento, eccetto che per *B. carinata*, dove tale attività è decresciuta nel secondo campionamento; dal secondo al terzo campionamento, questa attività è decresciuta specialmente per *H. annuus*.

Discussione

I risultati produttivi e quelli dello SPAD ottenuti in questa sperimentazione sembrano indicare che, almeno nel caso della melanzana coltivata in un ciclo stagiona-

le meno favorevole per la coltura (ciclo estivo-autunnale invece che primaverile-estivo), le due farine di disoleazione non riescono a surrogare totalmente i concimi minerali, allorquando vengono somministrate in un'unica soluzione prima del trapianto mentre, nel caso della scarola a ciclo vernino-primaverile, riuscirebbero perfettamente a surrogare un concime minerale a lento rilascio, come quello impiegato nella prova. La maggiore concentrazione di azoto osservata fino alla fine della seconda decade di luglio nelle piante ammendate con le farine, seguita dalla diminuzione di azoto nel periodo successivo (abbassamento dei valori dello SPAD) è in accordo con quanto osservato circa i ritmi di liberazione di azoto nel terreno a seguito della mineralizzazione delle due farine (Marchetti *et al.*, 2008).

I risultati produttivi conseguiti su melanzana coltivata in ciclo primaverile-estivo nello stesso ambiente nell'anno successivo, hanno però evidenziato come le farine di disoleazione possano perfettamente surrogare la concimazione minerale azotata in quanto risulta evidentemente ottimizzata, nella suddetta stagione, la liberazione e l'assorbimento di questo fondamentale macroelemento (Zaccardelli *et al.*, 2008).

I risultati relativi al monitoraggio degli indici di attività biologica suggeriscono che le farine di *B. carinata* e *H. annuus* influenzano fortemente l'attività microbica del suolo ma con differenti dinamiche, probabilmente a causa delle proprietà biocide di *B. carinata*. Ad ogni modo, queste farine possono essere utilmente impiegate come ammendanti per stimolare l'attività microbica dei suoli con basso contenuto in azoto e sostanza organica (Zaccardelli *et al.*, 2007; Zaccardelli *et al.*, 2008).

Conclusioni

Le farine di disoleazione provenienti dalla filiera biodiesel possono essere utilmente impiegate nell'ammendamento e nella fertilizzazione in orticoltura.

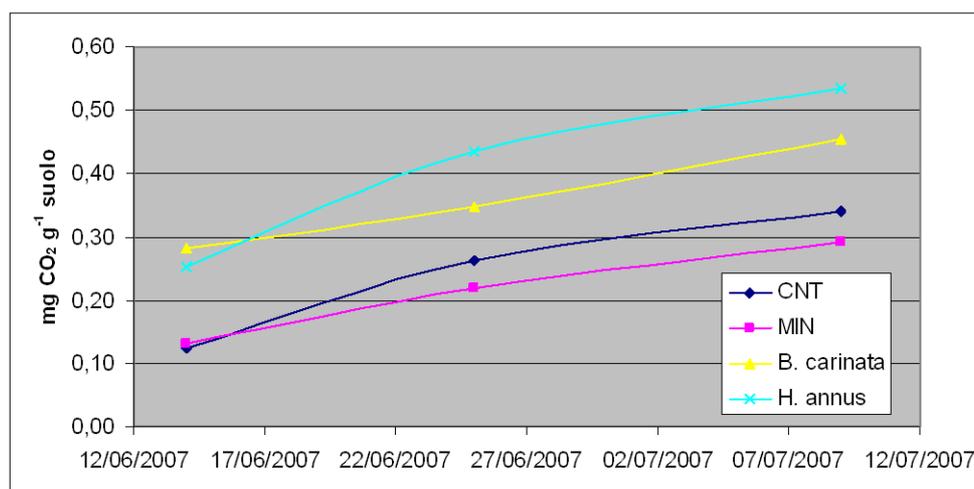


Figura 3. Respirazione potenziale cumulata dei campioni di terreno raccolti nel 2007 durante la coltivazione di melanzana

Figure 3. Cumulative potential respiration of soil samples collected in the 2007 during cultivation of eggplant

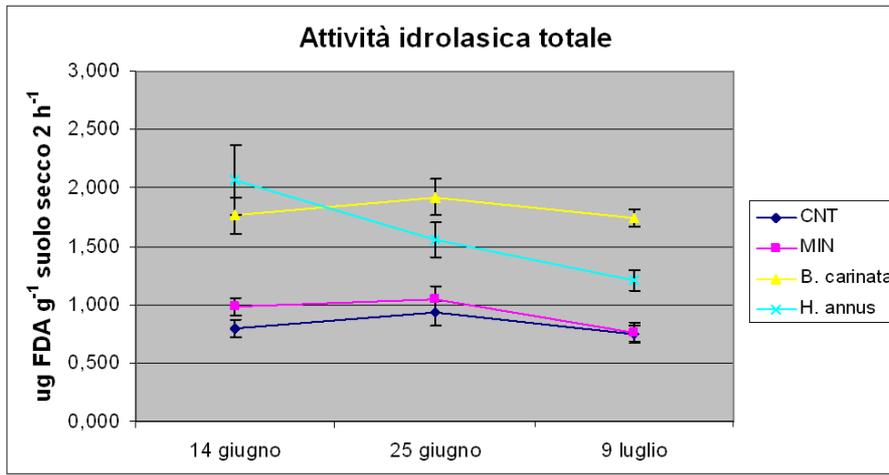


Figura 4. Attività idrolasica totale dei campioni di terreno raccolti nel 2007 durante la coltivazione di melanzana.

Figure 4. Total hydrolase activity of soil samples collected in the 2007 during cultivation of eggplant.

Figura 5. Attività deidrogenasica dei campioni di terreno raccolti nel 2007 durante la coltivazione di melanzana.

Figure 5. Dehydrogenase activity of soil samples collected in the 2007 during cultivation of eggplant.

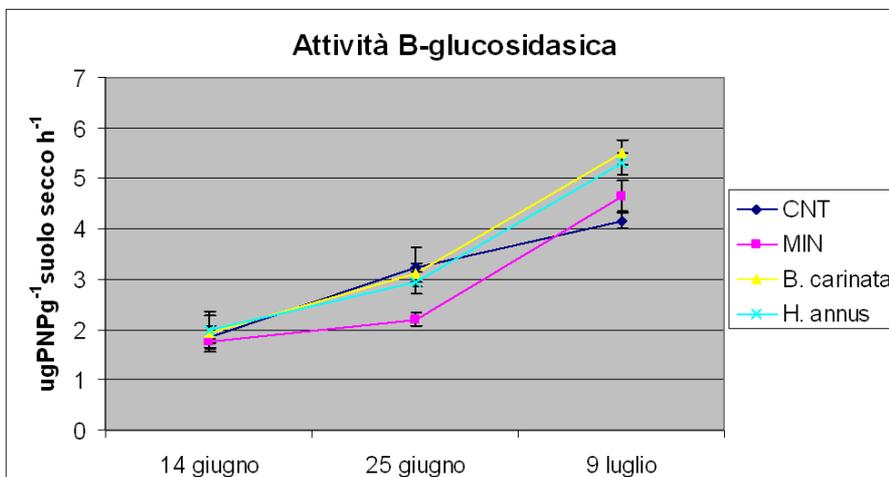
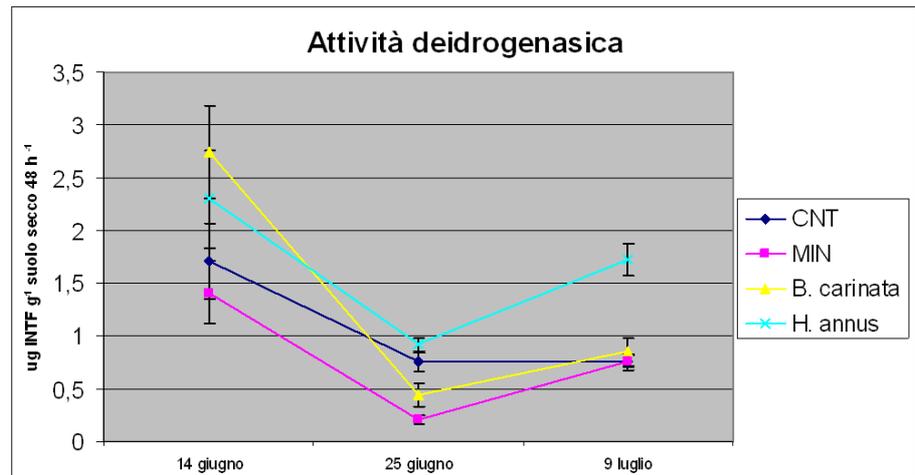
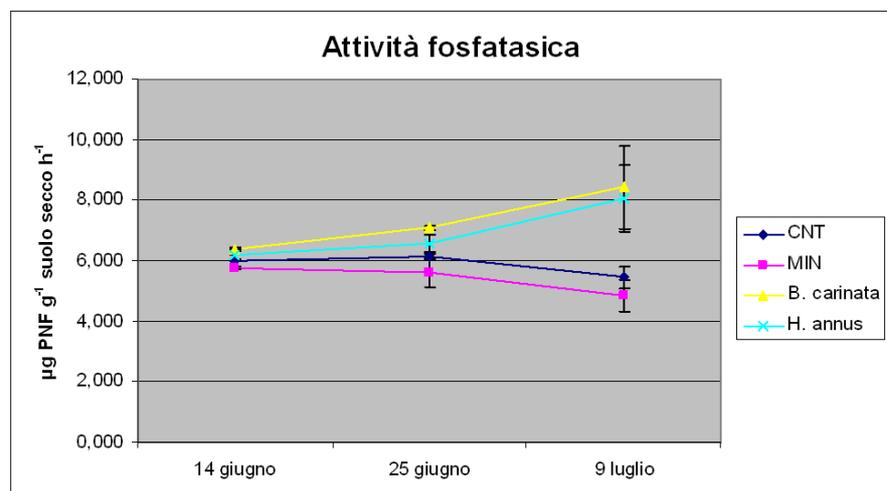


Figura 6. Attività β -glucosidasica dei campioni di terreno raccolti nel 2007 durante la coltivazione di melanzana.

Figure 6. β -glucosidase activity of soil samples collected in the 2007 during cultivation of eggplant.

Figura 7. Attività fosfataseica dei campioni di terreno raccolti nel 2007 durante la coltivazione di melanzana.

Figure 7. Phosphatase activity of soil samples collected in the 2007 during cultivation of eggplant.



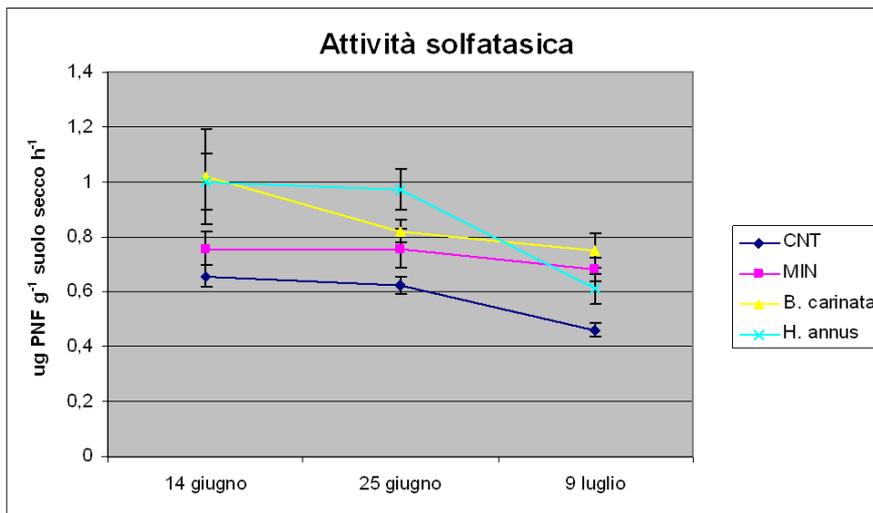


Figura 8. Attività solfatasica dei campioni di terreno raccolti nel 2007 durante la coltivazione di melanzana.

Figure 8. Sulphatase activity of soil samples collected in the 2007 during cultivation of eggplant.

Ringraziamenti

Questo lavoro è stato finanziariamente supportato dal MiPAAF nell'ambito del progetto "Bioenergie", sotto-progetto "Realizzazione di filiere dimostrative per biocarburanti - filiera biodiesel e oli tal quali".

Bibliografia

- Lazzeri L., Leoni O., Manici M.L., Palmieri S., Patalano G., 2002. Uso di farine vegetali come agenti biotossici ad azione ammendante. Patent no. BO 2002 A000544.
- Lazzeri L., Curto G., Leoni O., Dalla Valle E., 2004. Effects of Glucosinolates and Their Enzymatic Hydrolysis Products via Myrosinase on the Root-knot Nematode *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White) Chitw. *J Agr Food Chem* 52: 6703-6707.
- Manici M.L., Leoni O., Lazzeri L., Galletti S., Palmieri S., 1999. Fungitoxic Activity of Some Glucosinolate Enzyme Derived Products Against the Main Soil-Borne Pathogens. *Pestic Sci* 55:486-488.
- Marchetti R., Zaccardelli M., Pentangelo A., Orsi A., Sghedoni L., Lazzeri L., 2008. Nitrogen availability during eggplant crop growth in soil amended with defatted seed meals. X Congress of European Society for Agronomy. Bologna, 15-19 September.
- Montemurro F., Maiorana M., Convertini G. e Ferri D., 2004. Risposte produttive, qualitative e nutrizionali del pomodoro da industria alla fertilizzazione organica con RSU-compost. *Agroindustria*, 3: 29-33.
- Nannipieri P., Pudrozzini F., Arcara P.G., Piovaneli C., 1979. Changes in aminoacids enzyme activities and biomass during soil microbial growth. *Soil Science*, 127: 26-34.
- Morra L., Bigotto M., Contillo R., Mascolo M., Raimo F., D'Onofrio B., Giordano I., Pentangelo A., Zaccardelli M., 2008. First effects of some compost fertilization strategies on a vegetable crop sequence, soil organic carbon and nitrate release in two sites of Southern Italy. X Congress of European Society for Agronomy. Bologna, 15-19 September.
- Schnürer J. and Rosswall T. 1982. Fluorescein diacetate hydrolysis as a measure of total microbial activity in soil and litter. *Appl. Environ. Microbiol.* 43: 1256-1261.
- Shaine Tyson K. et al., 2005. Glucosinolate-containing seed meal as a soil amendment to control plant pests: 2000-2002. Subcontract Report Project NREL/SR-510-35254, Colorado, pp. 99.
- Tabatai M.A. and Bremner J.M. 1969. Use of p-nitrophenyl phosphate for assay of soil phosphatase activity. *Soil Biol. Biochem.* 1, 301-307.
- Von Mercè W. and Schinner F. 1991. An improved and accurated method for etermining the dehydrogenase activity of soils with iodonitrotetrazolium chloride. *Biol. Fertil. Soils*, 11: 216-220.
- Zaccardelli M., Perrone D., Del Galdo A., Giordano I., Villari G., Bianco M., 2006. Multidisciplinary approach to validate compost use in vegetable crop systems in Campania Region (Italy): effect of compost fertilization on processing tomato in field cultivation. *Acta Horticulturae*, 700: 285-288.
- Zaccardelli M. et al., 2007. Ammendment with meals of *Brassica carinata* and *Helianthus annuus* in horticulture: impact on soil biological activities. *Agroindustria*, 6:69.
- Zaccardelli M., Villecco D., Del Galdo A., Lazzeri L., 2007. Toxic effects of *Brassica carinata* meal on phytopathogenic and useful bacteria. *Agroindustria*, 6: 70.
- Zaccardelli M., Pentangelo A., D'Onofrio B., Villecco D., Del Galdo A., Campanile F., Ronga D., Lupo F., Bochicchio R., Amato M., Celano G., Giordano I., 2008. Ammendamento con farine di girasole e di *Brassica carinata* provenienti dalla filiera biodiesel: accrescimento e produzione di melanzana e scarola in pieno campo e impatto sulla respirazione e sull'attività biologica del suolo. *Agroenergie nel CRA: attività in essere e strategie di sviluppo*. Bologna, 4-5 settembre.
- Zaccardelli M., Pentangelo A., D'Onofrio B., Marchetti R., 2008. Use of Defatted Seed Meals of *Helianthus annuus* L. and *Brassica carinata* A. Braun as Amendments on Escarole Endive. X Congress of European Society for Agronomy. Bologna, 15-19 September.