

Riduzione degli input di lavorazione e di concimazione azotata in ambiente collinare dell'Italia Centrale

Andrea Del Gatto*, Domenico Laureti

Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in agricoltura – Istituto Sperimentale Colture Industriali
Via Cagiata 90, 60027 Osimo (An)

Data di presentazione: 22 ottobre 2006

Data di accettazione: 16 gennaio 2007

Riassunto

Allo scopo di fornire un contributo sull'argomento delle lavorazioni al terreno è stata effettuata ad Osimo dall'Istituto Sperimentale per le Colture Industriali una prova di confronto fra tre modalità di lavorazione in una rotazione quadriennale. Dal 1986 sono state sperimentate tre modalità di preparazione del terreno: aratura profonda (50 cm), aratura superficiale (25 cm) e doppia lavorazione (discissura a 50 cm e aratura a 25 cm), in un avvicendamento comprendente frumento duro, barbabietola, frumento duro e girasole. Dal 1992 al posto di girasole è stato introdotto pisello proteico per verificare l'opportunità di ridurre l'input di concimazione al cereale successivo. È stato adottato uno schema sperimentale a split-block con quattro ripetizioni, effettuando le diverse lavorazioni sulle colture da rinnovo ed eseguendo, per il frumento, un'aratura a 25 cm. Per evidenziare la eventuale fertilità residua delle colture da rinnovo in precessione sul frumento la concimazione azotata al cereale è stata suddivisa in tre livelli 0, 92, 184 kg ha⁻¹.

I risultati del poliennio 1993-1999 hanno evidenziato che l'approfondimento della lavorazione, così come l'esecuzione di quella a due strati, non hanno sortito alcun vantaggio rispetto alla aratura eseguita a 25 cm, in accordo con quanto già ottenuto nel settennio precedente. Dalla sperimentazione si evince, inoltre, che non è possibile ridurre la concimazione azotata al frumento adottando come precessione il pisello proteico, mentre la dose di azoto più appropriata per il cereale è risultata quella intermedia: incrementando la concimazione si ottiene solo un peggioramento del peso ettolitrico ed un aumento della paglia.

Parole chiave: aratura convenzionale, lavorazione ridotta, rotazione, concimazione, frumento, pisello, barbabietola da zucchero.

Summary

REDUCING PLOUGHING DEPTH AND NITROGEN FERTILISATION IN HILLY ENVIRONMENT OF THE CENTRE OF ITALY (MARCHE)

For the purpose to provide a contribution about ploughing subject three ways were compared in a quadriennial rotation from Experimental Industrial Crops Institute in Osimo. During the years 1986-1999, in a factorial experiment with 4 replications, traditional (50 cm), shallow ploughing (25 cm) and chiseling (50 cm) plus reduced ploughing (25 cm) were compared with two crop rotations (sugar beet- wheat; shelling peas-wheat) and three nitrogen levels (0, 92, 184 kg ha⁻¹) in a split block experiment. The conventional and chiseling plus reduced ploughing did not influenced sugar-beet or peas yield or qualitative and quantitative crop traits; like it was emphasized in the previous seven years. Wheat seed yield was positively influenced by reduced ploughing done to the previous crop but not by rotation. Straw yield was higher after sugar beet than after peas.

Nitrogen fertilisation allowed the best technical yield of wheat at the intermediate level of 90 kg ha⁻¹, whereas more nitrogen (180 kg ha⁻¹) improved only the biomass and heads per squared meter at harvesting, lowering the test weight of wheat.

In conclusion we could affirm that, in this experience, the best ploughing for sugar-beet and shelling peas is at 25 cm. Moreover it was not possible to reduce fertilisation of wheat following shelling peas (leguminous crop).

Key words: conventional ploughing, reduced tillage, rotation, fertilisation, wheat, peas, sugar-beet.

* Autore corrispondente: tel. e fax: +39 071 7230768. Indirizzo e-mail: a.delgatto@isci.it

1. Introduzione

È antichissima constatazione che le piante nascano, si sviluppano e producano meglio su un terreno sottoposto a lavorazione per costituirvi le migliori condizioni di abitabilità, intervenendo sui molteplici rapporti terreno-pianta che coinvolgono contemporaneamente aspetti fisici, chimici e biologici (Bonciarelli, 1986; Bonciarelli et al., 1986; Cavazza et al., 1986; Lo Cascio et al., 1986; Toderi et al., 1986a).

L'adozione, in agricoltura, della trazione meccanica ha permesso di operare in condizioni ed efficienza precedentemente impensabili. La disponibilità di trattrici di elevata potenza ha anche accentuato la tendenza ad un sempre maggiore approfondimento della lavorazione principale, nel tentativo di aumentare lo spessore del suolo esplorabile e, quindi, utilizzabile dalle radici delle colture, facilitandone, al contempo, la penetrazione e l'espansione nella massa terrosa, agevolando l'infiltrazione dell'acqua nel suolo, (riducendone il ruscellamento) e l'allontanamento della quota saturante gli strati superficiali verso orizzonti più profondi, per crearvi riserve idriche, favorendo gli scambi gassosi tra atmosfera e terreno aumentando l'arieggiamento di quest'ultimo.

La necessità di riduzione dei costi di coltivazione e l'urgenza di razionalizzare gli impieghi energetici, incrementando la produttività del lavoro e migliorando il grado di utilizzo delle macchine operatrici, ha destato un rinnovato interesse della ricerca alla puntualizzazione della più opportuna modalità di preparazione del terreno. La sperimentazione è risultata molto attiva, almeno sulle colture di maggiore diffusione, ed ha portato, da un lato, alla rivalutazione dell'aratura superficiale, dall'altro, alla riscoperta della lavorazione a due strati. Riguardo al primo punto, se può ritenersi praticamente associata la equivalenza dei risultati produttivi ottenuti con diverse profondità di aratura nella preparazione del terreno per i cereali vernini (Lissa, 1957; Lo Cascio et al., 1982; Basso et al., 1986; Mosca et al. 1986; Toderi et al., 1986b, 1986c), pareri discordanti informano ancora il dibattito sulla scelta della più opportuna profondità di lavorazione delle colture da rinnovo, in particolare la barbabietola da zucchero, dove i risultati produttivi variano in funzione del suolo e dell'andamento climatico. In ter-

reni ben strutturati la lavorazione profonda non è sempre giustificata (Toderi et al., 1986d; Pirani et al., 1991, 1996; Caliandro et al., 1996; Raglione et al., 1996); in altri casi, con terreno argilloso che mal si struttura, l'aratura profonda rimane la migliore soluzione, anche in buone condizioni di piovosità (Toderi et al., 1971, 1986d; Stefanelli et al., 1996). Nel Meridione il discorso assume un carattere particolare per la notevole influenza dovuta all'ambiente (Marzi et al., 1991).

Risultati indifferenti sono stati ottenuti nella preparazione del terreno a diverse profondità per il pisello proteico, come illustrato da Bonciarelli (1987), Toniolo (1990), Pirani et al. (1994).

La necessità di risolvere i problemi specifici collegati all'aratura profonda, come la formazione di maxiaggregati, la diluizione della sostanza organica in una ingente massa di terreno, e, soprattutto, la necessità di ridurre i tempi ed i costi di lavorazione, incrementando i rendimenti delle trattrici, (Cavalli, 1983; Manfredi et al., 1986) e aumentando la produttività del lavoro (Cera et al., 1983), in definitiva, la necessità di migliorare il rapporto input (energia) / output (qualità di lavorazione) (De Zanche et al., 1986), hanno imposto all'attenzione degli operatori il ricorso a strumenti discissori, da utilizzare in alternativa, in sinergia, o in combinazione, con l'aratro. La indifferenza dei risultati di questi ultimi in confronto all'aratura può indirizzare le scelte operative verso quella in grado di ridurre i costi di coltivazione, così come enunciato da Pirani et al., 1991; Pirani et al., 1994; Pirani et al., 1996; Bonciarelli et al., 1996.

Allo scopo di fornire un contributo sull'argomento è stata effettuata ad Osimo dall'Istituto Sperimentale per le Colture Industriali una prova di confronto fra tre modalità di lavorazione in una rotazione quadriennale.

2. Materiali e metodi

Dal 1986, sono state sperimentate tre modalità di preparazione del terreno: aratura profonda (50 cm), aratura superficiale (25 cm) e doppia lavorazione (discissura a 50 cm e aratura a 25 cm), in un avvicendamento quadriennale (frumento duro, barbabietola, frumento duro e girasole) in tutte le possibili combinazioni. Dal

Tabella 1. Informazioni agronomiche.

Table 1. Agronomic informations.

Operazioni colturali	Barbabietola	Pisello Proteico	Frumento duro
Lavori complementari	<i>erpicatura, fresatura</i>	erpicatura	erpicatura
Data di semina	1 ^a decade di marzo	3 ^a decade di novembre	1 ^a metà di novembre
Varietà impiegata	Monodoro	Princess	Grazia
Geodisinfestazione	Carbofuran		
Lavori consecutivi	rullatura	rullatura	rullatura
Concimazione (kg/ha):			
– fosfatica	157 di P ₂ O ₅	117 di P ₂ O ₅	117 di P ₂ O ₅
– azotata	160 di N		come da protocollo
Controllo infestanti	sarchiatura	sarchiatura	diserbo

1992 al posto di girasole è stato introdotto pisello proteico, per verificare l'opportunità di ridurre l'input di concimazione al cereale successivo.

È stato adottato uno schema sperimentale a split-block con quattro ripetizioni, effettuando le diverse lavorazioni sulle colture da rinnovo ed eseguendo, per il frumento, un'aratura a 25 cm. Le colture sono state condotte adottando le pratiche ordinarie e le informazioni agronomiche sono riportate in tabella 1.

Per evidenziare la eventuale fertilità residua delle colture da rinnovo in precessione sul frumento la concimazione azotata è stata suddivisa in tre livelli, 0, 92, 184 kg/ha, in due interventi. Per ignorare l'effetto residuo dell'azoto somministrato al cereale su entrambi i rinnovi, i campioni delle colture in successione al frumento (bietola e girasole, fino al 1992, bietola e pisello, successivamente) sono stati raccolti solo sulle sub-parcelle concimate con la dose di azoto intermedia.

Nella presente nota vengono riferiti i risultati del poliennio 1993-1999.

Tabella 2. Caratteristiche fisiche e chimiche del terreno.

Table 2. Physical and chemical characteristics of the soil.

Sabbia (%)	34
Limo (%)	47
Argilla (%)	19
pH (in H ₂ O)	8,02
Calcare totale (De Astis) (%)	32,8
Calcare attivo (Drouineau) (%)	9,4
Sostanza organica (Walkley & Black) (%)	1,5
Azoto totale (Kjeldahl) (‰)	1,1
Rapporto C/N	7,9
Fosforo assim. (Olsen) (ppm)	13,2
Potassio assimilabile (bario cloruro) (ppm)	167,0

Ambiente di sperimentazione

L'andamento termopluviometrico degli anni di prova (Fig. 1) è risultato quanto mai diversificato. Il 1997 è risultato l'anno meno piovoso (514,4 mm), il 1995 quello con più precipitazioni (926,5). Queste si sono concentrate, quasi tutti gli anni, nel periodo autunno-invernale, mettendo alla prova le capacità drenanti delle lavorazioni, risultando, al contrario, carenti in giugno-agosto (tranne il 1995 e 1996), permettendo, sulle colture estive, gli effetti di differenziati accumuli di acqua utilizzabile. Il 1994 e 1998 sono risultati gli anni più caldi, mentre il maggiore scostamento dal poliennio, in senso opposto, si è avuto nel 1996.

Il terreno che ospitava la prova, a giacitura declive, su versante esposto a Ovest-Sud Ovest, presentava una tessitura franco-argillosa, reazione alcalina, risultava scarsamente dotato di sostanza organica, povero in azoto totale, mediamente e ben dotato, rispettivamente, di fosforo e potassio assimilabile (Tab. 2).

3. Risultati

Anni

L'andamento climatico degli anni di prova, sottoponendo le colture (e, quindi, le lavorazioni) a condizioni pressoché antipodiche ne ha fortemente condizionato il risultato produttivo, consentendo, altresì, di generalizzare i risultati sperimentali.

La coltura che ha risentito maggiormente dell'influenza dell'annata è stata la barbabietola da zucchero, le cui produzioni sono oscillate dalle 20,6 t ha⁻¹ di radici e 3,0 t ha⁻¹ di saccarosio teorico, nel 1998, alle 51,3 e 6,8, rispettiva-

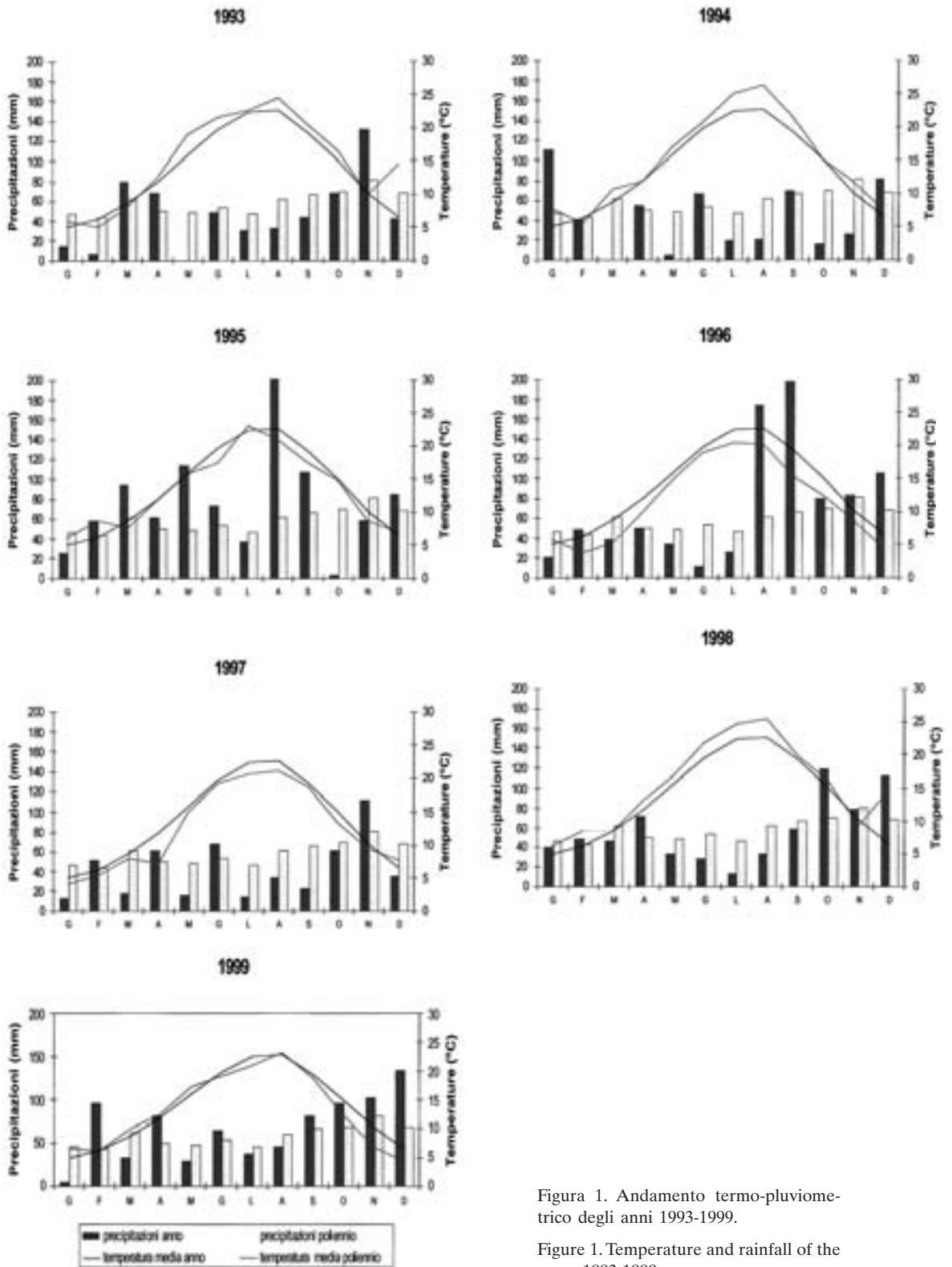


Figura 1. Andamento termo-pluviometrico degli anni 1993-1999.

Figure 1. Temperature and rainfall of the years 1993-1999.

mente, nel 1995. La chenopodiacea ha fatto registrare le più alte produzioni in radici negli anni 1995 e 1996 con uno scarso grado polarimetrico che, a causa delle persistenti e rilevanti precipitazioni verificatesi in fine estate (quasi 400 mm tra agosto e settembre), nel secondo anno è risultato il più basso del periodo di sperimentazione.

Anche per il pisello proteico i risultati sono stati notevolmente diversificati con produzioni variabili da appena 2,2 t ha⁻¹ degli anni 1995 e 1999, a ben 5,6 del 1994, anno in cui temperature (specie nelle prime fasi di crescita) e precipitazioni hanno meglio accompagnato il ciclo della coltura.

Il frumento duro ha presentato la produzione media meno variabile tra anni, forse per la maggiore quantità di parcelle in prova. Ciononostante nel 1995, a causa dell'eccesso di piogge e di temperature invernali relativamente alte, la resa in granella non ha raggiunto le 2,5 t ha⁻¹, a fronte di ottimi valori di investimento (246 piante m⁻²), numero di spighe m⁻² (424), produzione totale di sostanza secca (10,3 t ha⁻¹). Per il resto le produzioni di granella si sono mantenute sempre al di sopra delle 4,4 t ha⁻¹.

Lavorazioni

Le lavorazioni non hanno prodotto alcun effetto significativo sulle caratteristiche quali-quantitative della barbabietola da zucchero e del pisello proteico (Tabb. 3 e 4), a conferma dei risultati conseguiti sulle stesse colture, nello stesso ambiente, nel periodo 1986-1992 da Pirani et al. (1991) e Pirani et al. (1996). Ciò indica che già la sola aratura a 25 cm, nonostante in passato siano stati rilevati più alti livelli di umidità del terreno (nell'ordine del 2-4%) ed un minore contenimento delle infestanti, è stata sufficiente a permettere alle colture accrescimenti comparabili a quelli ottenibili con le lavorazioni più profonde, anche con forti differenze di precipitazioni, sia estive che invernali, fra anni. Tutto quanto in pieno accordo con Raglione et al. (1996), Bonciarelli et al. (1996), che non hanno riscontrato differenze significative tra i diversi metodi di lavorazione.

La produzione di granella del frumento è risultato l'unico carattere influenzato dall'effetto residuo delle lavorazioni eseguite sulle colture precedenti (Tab. 5). Il frumento successivo al rinnovo impiantato su terreno arato a 25 cm ha presentato una produzione più alta di quello per la cui precessione era stata realizzata la doppia lavorazione; la posizione dell'aratura a 50 cm è risultata intermedia, non differenziandosi statisticamente da quella superficiale, né da quella a due strati, denotando, quindi, che le probabili migliori condizioni colturali hanno favorito lo svilup-

titative della barbabietola da zucchero e del pisello proteico (Tabb. 3 e 4), a conferma dei risultati conseguiti sulle stesse colture, nello stesso ambiente, nel periodo 1986-1992 da Pirani et al. (1991) e Pirani et al. (1996). Ciò indica che già la sola aratura a 25 cm, nonostante in passato siano stati rilevati più alti livelli di umidità del terreno (nell'ordine del 2-4%) ed un minore contenimento delle infestanti, è stata sufficiente a permettere alle colture accrescimenti comparabili a quelli ottenibili con le lavorazioni più profonde, anche con forti differenze di precipitazioni, sia estive che invernali, fra anni. Tutto quanto in pieno accordo con Raglione et al. (1996), Bonciarelli et al. (1996), che non hanno riscontrato differenze significative tra i diversi metodi di lavorazione.

Tabella 3. Effetti delle lavorazioni sulla barbabietola da zucchero dal 1993 al 1999.

Table 3. Effects about sugar-beet ploughings from 1993 to 1999.

Lavorazioni	Produzione radici (t ha ⁻¹)	Peso medio radici (g)	Radici (n m ⁻²)	Grado polarimetrico (°S)		Saccarosio (t ha ⁻¹)		Zucchero nel melasso (%)	Coefficiente di alcalinità (%)	Coefficiente di purezza (%)	Radici malate (%)
				teorico	estraibile	teorico	estraibile				
Aratura a 50 cm	29,0	389,9	7,4	15,9	12,9	4,5	3,7	18,4	1,7	89,6	6,9
Doppia lavorazione	29,2	394,5	7,3	16,1	13,1	4,6	3,7	18,7	1,7	89,5	5,5
Aratura a 25 cm	31,2	422,3	7,4	16,3	13,1	4,8	3,9	18,6	1,7	89,7	8,3
DMS P ≤ 0.05	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Tabella 4. Effetti delle lavorazioni sul pisello proteico dal 1993 al 1999.

Table 4. Effects about shelling peas ploughings from 1993 to 1999.

Lavorazioni	Produzione granella (t ha ⁻¹)	Nodi fertili per pianta (n.)	Altezza (cm)	
			pianta	inserzione 1° baccello
Aratura a 50 cm	3,25	8,8	70,6	33,2
Doppia lavorazione	3,10	8,4	69,1	33,5
Aratura a 25 cm	3,28	7,9	67,6	32,4
DMS P ≤ 0.05	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Tabella 5. Effetto residuo sul frumento delle lavorazioni eseguite sulla coltura precedente (barbabietola, pisello) nel settennio 1993-99.

Table 5. Residual effect on wheat about ploughings done to the previous crop (sugar-beet, peas) in the seven years period (1993-1999).

Lavorazioni	Produzione granella (t ha ⁻¹)	Produzione s.s. totale (t ha ⁻¹)	Peso specifico (g)	Piante alla raccolta (n m ⁻²)	Spighe alla raccolta (n m ⁻²)
Aratura a 50 cm	4,29 ab	10,2	78,7	236	390
Doppia lavorazione	4,20 b	10,5	78,5	245	397
Aratura a 25 cm	4,45 a	10,3	78,1	238	383
DMS P ≤ 0.05	0,18	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

po della pianta, ma in maniera così poco incisiva da non influire poi sulla produzione di granella.

Successioni

Il frumento che ha seguito la barbabietola da zucchero (Tab. 6) ha raggiunto una produzione totale di sostanza secca superiore del 7% a quello dopo pisello; parimenti superiore è stato il numero di piante e di spighe alla raccolta (10 piante m⁻², 18 spighe m⁻², rispettivamente, in più sul frumento dopo barbabietola rispetto a quello dopo pisello) ma ciò non si è tradotto in un significativo aumento della resa in granella.

Concimazione

Il frumento (Tab. 7), mediamente, ha risposto alla concimazione azotata in tutti i caratteri presi in esame, anche se, almeno per la produzione di granella ed il numero di piante alla raccolta, non oltre i 90 kg ha⁻¹. Alla dose più alta

ha raggiunto la maggiore resa in sostanza secca totale ed il maggiore numero di spighe alla raccolta, anche se ciò ha comportato uno scadimento delle caratteristiche qualitative con peggioramento del relativo peso ettolitrico.

4. Conclusioni

Sulla base dei risultati di sette anni di sperimentazione, successivi ad un identico ciclo iniziato nel 1986, sulla prova di confronto tra tre modalità di lavorazione del terreno: aratura a 50 cm, aratura a 25 cm e doppia lavorazione (discissura a 50 cm più aratura a 25 cm), condotta su barbabietola da zucchero e pisello proteico avvicendati, in una rotazione quadriennale, con frumento duro, su terreno franco argilloso di bassa collina nelle Marche, si possono trarre le seguenti conclusioni:

1) non si è ottenuto alcun vantaggio diretto dal-

Tabella 6. Effetti della precessione sul frumento nel settennio 1993-99.

Table 6. Effects about the previous crop on wheat in the seven years period (1993-1999).

Precessione	Produzione granella (t ha ⁻¹)	Produzione s.s. totale (t ha ⁻¹)	Piante alla raccolta (n m ⁻²)	Spighe alla raccolta (n m ⁻²)
Barbabietola	4,36	10,7	245	399
Pisello proteico	4,26	10,0	235	381
DMS P ≤ 0.05	n.s.	0,38	6,9	12

Tabella 7. Effetti della concimazione azotata al frumento nel settennio 1993-99.

Table 7. Effects about nitrogen fertilisation on wheat in the seven years period (1993-1999).

Dosi di azoto (Kg ha ⁻¹)	Produzione granella (t ha ⁻¹)	Produzione s.s. totale (t ha ⁻¹)	Peso specifico (g)	Piante alla raccolta (n m ⁻²)	Spighe alla raccolta (n m ⁻²)
0	3,06 b	7,5 c	78,8 a	225 b	328 c
90	4,90 a	11,5 b	79,3 a	244 a	402 b
180	4,97 a	12,0 a	77,3 b	248 a	440 a
DMS P ≤ 0.05	0,18	0,47	0,5	8	15

l'approfondimento dell'aratura, né dall'esecuzione della doppia lavorazione, sia su barbabietola da zucchero che su pisello proteico e ciò in perfetto accordo con quanto ottenuto nel settennio precedente. Lo stesso può dirsi per tutti i caratteri quali-quantitativi considerati sul frumento duro successivo, ad eccezione della produzione di granella che è risultata influenzata positivamente dall'aratura leggera realizzata alla coltura precedente, contrariamente a quanto verificatosi nelle precedenti esperienze. L'aratura a 25 cm, realizzata direttamente al grano, è stata più che sufficiente a soddisfare le caratteristiche fisiche del terreno. L'incremento produttivo è stato, comunque, limitato, non raggiungendo il 6%;

- 2) il frumento dopo barbabietola ha presentato una maggiore produzione di sostanza secca totale ed un maggior numero di piante e spighe alla raccolta che, però, non si sono tradotte in una maggiore resa in granella;
- 3) la dose di concime azotato più alta non ha incrementato la resa in granella rispetto alla intermedia (90 kg ha⁻¹), ma solo la produzione totale di sostanza secca, piante e spighe alla raccolta, provocando, però, un abbassamento del peso ettolitrico di due punti;
- 4) l'adozione nella rotazione di pisello proteico non ha permesso di differenziare la concimazione azotata nel cereale successivo che ha, al contrario, presentato, dopo barbabietola, una maggiore produzione di sostanza secca totale ed un maggior numero di piante e spighe alla raccolta che, comunque, non si sono tradotte in una maggiore resa in granella.

In definitiva da questa esperienza è possibile affermare che la modalità di lavorazione più opportuna per la barbabietola da zucchero ed il pisello proteico è l'aratura a 25 cm.

Ringraziamenti

Si ringrazia il p.a. Pieri Sandro e la Sig.ra Mangoni Lorella per la collaborazione prestata durante la realizzazione della sperimentazione.

Bibliografia

Basso F. Postiglione L., Carone F. 1986. Lavorazione del terreno in ambiente collinare dell'Italia meridionale.

Un triennio di prove di erosione del suolo e sulla produzione del frumento. *Rivista di Agronomia*, 20:218-225.

- Bonciarelli F. 1986. *Agronomia*. Edagricole. Bologna. 292 p.
- Bonciarelli F., Archetti R., Farina G., Battistelli A. 1986. Effetti di nuovi sistemi di lavorazione su alcune proprietà chimiche e meccaniche del terreno. *Rivista di Agronomia*, 20:172-177.
- Bonciarelli F. 1987. *Coltivazioni erbacee da pieno campo*. Edagricole. Bologna. 347 p.
- Bonciarelli, F., Bonciarelli U., Archetti R. 1996. Confronto tra metodi di lavorazione del terreno: effetti a lungo termine sulle proprietà del terreno e sulla produttività della coltura. *Agricoltura Ricerca*, 166:351-358.
- Caliandro A., Montemurro P., Lonigro A., Cantore V. 1996. Confronto tra modalità di lavorazione del terreno. *Agricoltura Ricerca*, 166:369-380.
- Cavalli R. 1983. Prove di lavorazione del terreno con trattrici di differente potenza. *L'Informatore Agrario*, 28:26661-26666.
- Cavazza L., Patruno A., Ardizzoni E. 1986. Influenza della lavorazione su alcune proprietà fisiche del terreno. *Rivista di Agronomia*, 20:184-203.
- Cera M., Cavalli R. 1983. Moderni orientamenti sulle tecniche di lavorazione del terreno. *L'Informatore Agrario*, 38:27525-27530.
- De Zanche C., Friso D. 1986. L'assorbimento energetico dei ripuntatori nella lavorazione del terreno a due strati. *L'Informatore Agrario*, 26:29-34.
- Lisa L. 1957. Prova di lavorazione del terreno a diverse profondità. *Atti Centro Naz. Mecc. Agr. CNR*, Torino, vol. II:201-210.
- Lo Cascio B., Leto L. 1982. Effetti di diverse modalità di preparazione del terreno sulle condizioni di accrescimento del frumento duro in due tipi pedologici. *Rivista di Agronomia*, 2:181-186.
- Lo Cascio B., Venezia G. 1986. Effetti della riduzione delle lavorazioni sull'abitabilità del terreno argilloso in ambiente mediterraneo. *Rivista di Agronomia*, 20:166-171.
- Manfredi E., Baraldi G. 1986. Aspetti meccanici ed energetici della lavorazione del terreno. *Rivista di Agronomia*, 20:153-165.
- Marzi V., Caliandro A., De Caro A., Gherbin P.G., Cucchi G. 1991. Confronto tra modalità di lavorazione al terreno in ambiente di pianura irrigua dell'Italia Meridionale. *Agricoltura Ricerca*, 121:101-106.
- Mosca G., Ziliotto V., Gambarin L., Toniolo L. 1986. Effetti della profondità di aratura sulle colture del grano tenero in successione al mais. *Rivista di Agronomia*, 20:265-276.
- Pirani V., Manzini S., Toderi G. 1991. Confronto tra modalità di lavorazione del terreno in ambiente collinare dell'Italia Centrale. *Agricoltura Ricerca*, 121:93-100.

- Pirani V., Del Gatto A., Pieri S. 1994. Effetti di tre modalità di lavorazione del terreno sul pisello proteico. *L'Informatore Agrario*, 43:43-45.
- Pirani V., Del Gatto A., Pieri S. 1996. Sulla possibilità di riduzione degli input delle lavorazioni e della concimazione azotata in ambiente collinare dell'Italia Centrale. *Agricoltura Ricerca*, 166:333-340.
- Raglione M., Bianchi A. A., De Simone C., Vannucci D., Valeriani V., Campanelli G., Guiducci M. 1996. Relazioni suolo-lavorazione in sistemi colturali cerealicolo industriali dell'Italia Centrale. *Agricoltura Ricerca*, 166:341-350.
- Stefanelli G., Triberti L., Toderi G. 1996. Studio della tecnica di lavorazione del terreno in un sistema produttivo cerealicolo industriale. *Agricoltura Ricerca*, 166:309-318.
- Toderi G., Viroli G. 1971. Influenza della concimazione azotata e della profondità di aratura sulla bietola da zucchero. *Rivista di Agronomia*, 1:22-28.
- Toderi G., Bonari E. 1986a. Lavorazioni del terreno: aspetti agronomici. I Interazioni tra lavorazioni e terreno, clima, altre tecniche agronomiche. *Rivista di Agronomia*, 20:85-105.
- Toderi G., Bonari E. 1986b. Lavorazioni del terreno: aspetti agronomici. II Lavorazioni e pianta coltivata. *Rivista di Agronomia*, 20:106-133.
- Toderi G., Stefanelli G., Govi G., Garagnani E. 1986c. Ricerche sulle profondità di lavorazione del terreno. III: Influenza della lavorazione su produzione e comportamento biologico del frumento. *Rivista di Agronomia*, 20:249-257.
- Toderi G., Stefanelli G., Govi G., Garagnani E. 1986d. Ricerche sulla profondità del terreno. II Influenza della lavorazione su produzione e comportamento biologico della barbabietola da zucchero. *Rivista di Agronomia*, 20:244-248.
- Toniolo L. 1990. Pisello. In: Bianco V.V., Pampini F. (ed.): *Orticoltura*, 701-723. Patron Editore. Bologna.