

## **INFLUENZA DELLA TECNICA DI LAVORAZIONE DEL TERRENO E DEL REGIME IRRIGUO SULLA PRODUZIONE DEL MAIS DA GRANELLA IN SECONDO RACCOLTO<sup>1</sup>.**

*Influence of soil tillage systems and irrigation regime on the production of intercropping corn.*

Elvio Di Paolo, Giovanni Fecondo, Michele Pisante<sup>2</sup>

*Co.T.Ir. – Centro per la Sperimentazione e la Divulgazione delle Tecniche Irrigue – S. S. 16 Nord, 240 – 66054 Vasto (CH)*

*Email: [dipaolo@cotir.it](mailto:dipaolo@cotir.it)*

### **Riassunto**

Si riferiscono i risultati preliminari di una ricerca, condotta nel 1999 a Vasto (CH) nella bassa valle del fiume Sinello, volta a valutare gli effetti delle tecniche di lavorazione del terreno, del regime irriguo e del genotipo sulla risposta produttiva e sul consumo idrico del mais da granella in secondo raccolto. I risultati indicano che solo il regime irriguo ha influenzato il carattere resa in granella, mentre per la tecnica di lavorazione del terreno e il genotipo non sono state registrate differenze statisticamente significative. La migliore efficienza d'uso dell'acqua si è avuta nella tesi con semina diretta e restituzione parziale (66%) dell'E<sub>m</sub>.

### **Abstract**

*Preliminary results of a trial, carried out in 1999 in Vasto (CH) in the valley of the Sinello river, are reported. The aim of this research, was to evaluate the influence of soil tillage systems, irrigation regimes and crop variety on yield response and water consumption of intercropping corn. Corn yield was affected by the irrigation regime. No statistically significant differences were found between tillage systems, even if conventional ploughing showed higher yield and water consumption values. The best water use efficiency was obtained with direct drilling and restitution of 66% of the maximum crop evapotranspiration.*

---

<sup>1</sup> Lavoro svolto nell'ambito delle attività di ricerca e sperimentazione finanziate dall'Agenzia Regionale per i Servizi di Sviluppo Agricoli nell'anno 1999.

<sup>2</sup> Rispettivamente: ricercatori i primi due autori e direttore del Co.T.Ir. il terzo autore. Il lavoro, impostato e coordinato dal dott. Pisante, è stato svolto in parti uguali dagli autori.

## **Introduzione**

L'introduzione delle colture intercalari negli ordinamenti colturali se da un lato consente l'incremento del reddito dell'imprenditore agricolo e un più razionale utilizzo del fattore suolo, dall'altro impone l'uso di tecniche agronomiche in grado di ridurre l'intervallo tra la raccolta della coltura principale e la semina dell'intercalare e minimizzare il rischio di inquinamento dell'ambiente e di perdita di fertilità agronomica dei suoli.

Infatti, gli obiettivi prioritari della nuova Politica Agricola Comunitaria riportati in Agenda 2000 sono la conservazione della fertilità dei suoli e la protezione delle risorse idriche, superficiali e di falda, dall'inquinamento da nitrati, fosfati, residui di fitofarmaci e metalli pesanti.

Per il raggiungimento di questi due importanti obiettivi è necessario adottare tecniche agronomiche capaci di ridurre gli apporti di nitrati, fosfati e fitofarmaci ma anche di conservare gli equilibri edafici del suolo e la produttività dello stesso per le generazioni future.

Le tecniche di lavorazione del terreno sono uno strumento importante per controllare la fertilità dei suoli, consentendo ad esempio la riduzione della perdita di suolo per erosione, l'aumento della sostanza organica, il miglioramento delle caratteristiche strutturali del suolo e la riduzione delle perdite di acqua per evaporazione. I risultati di molte ricerche, infatti, mettono in evidenza che, rispetto alle lavorazioni tradizionali, alcune tecniche di lavorazione conservative (minima lavorazione e semina diretta), lasciando il terreno uniformemente coperto dai residui colturali per gran parte dell'anno, riducono le perdite di suolo per erosione e danno luogo ad un incremento nel tempo del contenuto in sostanza organica, soprattutto nello strato superficiale, con conseguente miglioramento delle caratteristiche strutturali del suolo stesso (Basso et al., 1983; Cereti et al., 1995).

L'incremento della sostanza organica, inoltre, determina un aumento della reattività del terreno e quindi della capacità dello stesso di degradare le molecole dei fitofarmaci con la conseguente riduzione del loro trasporto in falda o nei corsi d'acqua (Dick, 1983).

Le tecniche di lavorazione ridotta e di non lavorazione, riducendo le perdite di acqua per evaporazione, danno luogo a un miglioramento del contenuto idrico del suolo e di conseguenza ad una riduzione degli interventi irrigui (Basso et al., 1992; De Franchi et al., 1994). Questo si traduce in una riduzione del costo di produzione e dell'impatto della pratica irrigua sull'ambiente che, attraverso il ruscellamento superficiale e la percolazione in profondità, può dar luogo a fenomeni di erosione e di dilavamento degli elementi nutritivi con le note conseguenze già descritte sull'inquinamento delle acque superficiali e di falda e sulla perdita di fertilità agronomica dei suoli.

Obiettivo del presente lavoro è quello di valutare l'influenza della tecnica di lavorazione del suolo e del livello di restituzione dell'evapotraspirazione massima della coltura, sulla risposta produttiva e sul consumo idrico del mais da granella in secondo raccolto in suoli pesanti dell'ambiente pedoclimatico della costa dell'Abruzzo.

### **Materiali e metodi**

La prova è stata condotta nel 1999, presso l'azienda sperimentale del CO.T.IR. sita nella bassa valle del fiume Sinello in agro di Vasto (CH), su un suolo franco-limoso-argilloso di origine alluvionale.

Il protocollo sperimentale ha previsto il confronto tra due tecniche di lavorazione del terreno (aratura convenzionale a 40 cm di profondità (**A**) e semina diretta (**S**)), tre regimi irrigui (restituzione del 100% (**I<sub>1</sub>**), del 66% (**I<sub>2</sub>**) e del 33% (**I<sub>3</sub>**) dell'evapotraspirazione massima della coltura) e tre genotipi di mais da granella (ibrido Madera (**V<sub>1</sub>**) della Novartis, ibrido Matea (**V<sub>2</sub>**) della Pioneer e ibrido DEK 300 (**V<sub>3</sub>**) delle Dekalb).

E' stato adottato un disegno sperimentale a parcella suddivisa (*split-split-plot*) con tre ripetizioni: nel *main plot* è stata posta la tecnica di lavorazione, nel *sub-plot* il regime irriguo e nel *sub sub-plot* il genotipo.

L'aratura è stata eseguita alla profondità di 40 cm circa, il 30 giugno, subito dopo la raccolta del frumento duro, mentre nella tesi con semina diretta è stato eseguito il diserbo con glyphosate.

La semina è stata eseguita il 5 luglio con una seminatrice pneumatica di precisione Gaspardo, modello “Tandem”, idonea per entrambe le tecniche di lavorazione. La seminatrice è stata regolata per ottenere una distanza di 70 cm tra le file e di 16,5 cm sulla fila per un investimento di circa 8 piante m<sup>-2</sup>.

Gli interventi irrigui sono stati eseguiti quando la sommatoria dell’evapotraspirazione massima giornaliera (Etm), al netto delle piogge, raggiungeva il valore di 15 mm. L’Etm giornaliera è stata determinata a partire dall’evaporato da vasca di classe A Pan (ET<sub>o</sub>) a cui sono stati applicati i coefficienti colturali del mais determinati in aree simili dell’Italia meridionale (Rizzo et al., 1980).

Il contenuto idrico del suolo è stato rilevato a partire dalla semina fino alla raccolta, ad intervalli di 7 giorni nel periodo compreso tra l’emergenza e la senescenza delle setole e di 15 giorni nel periodo compreso tra la senescenza delle setole e la raccolta. Il rilievo dell’umidità del suolo è stato eseguito, nel profilo 0-130 cm, con il metodo gravimetrico, rispettando la seguente suddivisione in strati: 0-10, 11-30, 31-50, 51-70, 71-90, 91-110 e 111-130 cm.

Per i principali fattori sperimentali, tecnica di lavorazione, regime irriguo e genotipo e per l’interazione modalità di lavorazione per regime irriguo, è stata calcolata l’efficienza d’uso dell’acqua (*WUE – Water Use Efficiency*) espressa come rapporto tra l’acqua utilizzata dalla coltura e la granella prodotta al 14% di umidità. L’acqua utilizzata è stata determinata per differenza tra l’umidità iniziale e quella finale a cui sono stati aggiunti gli apporti con l’irrigazione e quelli di pioggia. Tutte le piogge cadute durante il ciclo colturale sono state considerate utili.

Alla raccolta della coltura, avvenuta dopo 108 giorni dalla semina, su un’area di saggio di 4 m<sup>2</sup> per parcella, è stata rilevata la produzione di granella al 14% di umidità, il numero di spighe e il numero di piante.

Fonte di variazione	G. L.	Resa in granella	N. piante ha <sup>-1</sup>	N. spighe ha <sup>-1</sup>	Rapporto n. spighe - n. piante
Ripetizione	2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lavorazione	1	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Errore 1	2				
Regime irriguo	2	*	n.s.	n.s.	n.s.
Reg. irr. x Lavoraz.	2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Errore 2	8				
Genotipo	2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lavoraz. x Genotipo	2	n.s.	n.s.	n.s.	*
Reg. irr. x Genotipo	4	n.s.	*	n.s.	n.s.
Reg. irr. x Lav. x Gen.	4	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Errore 3	24	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Tabella 1 - Risultati dell'analisi della varianza dei caratteri rilevati alla raccolta.

Varietà	Regime irriguo			Modalità di lavorazione		media
	I1	I2	I3	A	S	
V1	5.11	4.31	3.34	4.46	4.05	<b>4.25</b>
V2	4.49	4.30	3.71	4.52	3.82	<b>4.17</b>
V3	4.21	3.94	3.62	4.11	3.74	<b>3.92</b>
<b>media</b>	<b>4.60</b>	<b>4.18</b>	<b>3.56</b>	<b>4.36</b>	<b>3.87</b>	

Tabella 2 – resa (t ha<sup>-1</sup> di granella al 14% di umidità) dei 3 ibridi di mais in relazione ai 3 regimi irrigui e alle 2 tecniche di lavorazione del terreno..

## Risultati

L'analisi della varianza (tabella 1) dei caratteri rilevati alla raccolta (resa in granella, numero di piante  $m^{-2}$ , numero di spighe  $m^{-2}$  e il rapporto n. spighe/n. piante) ha evidenziato per il carattere resa in granella la significatività del regime irriguo, per il carattere n. piante  $m^{-2}$  la significatività dell'interazione regime irriguo per genotipo, per il rapporto n. spighe/n. piante la significatività dell'interazione lavorazione per genotipo, mentre nessuna significatività è stata registrata per il carattere n. di spighe  $m^{-2}$ .

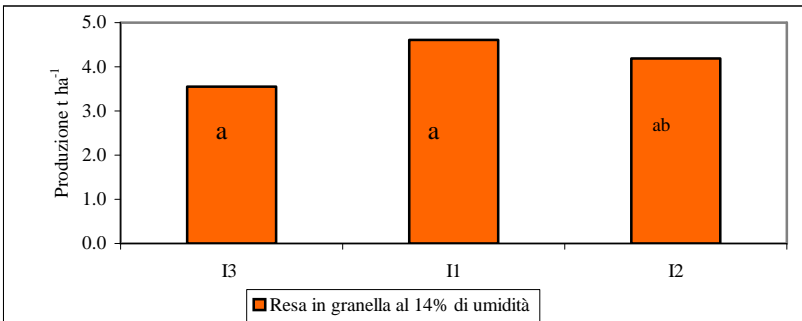


Figura 1 – Resa in granella al 14% di umidità per i tre regimi irrigui posti a confronto. Gli istogrammi con lettera uguale non differiscono in maniera statisticamente significativa per  $p \leq 0,05$ .

Riguardo al carattere resa in granella, i 3 genotipi hanno fornito le rese maggiori con il regime irriguo **I<sub>1</sub>** (tabella 2 e figura 1), risultato statisticamente più produttivo del regime irriguo **I<sub>3</sub>** ma non dell'intermedio **I<sub>2</sub>**. Le modalità di lavorazione e i genotipi in prova non hanno avuto alcuna influenza statisticamente significativa sulla resa in granella. Tuttavia, la tesi con aratura convenzionale è risultata sensibilmente più produttiva ( $4,36 t ha^{-1}$ ) della tesi con semina diretta ( $3,87 t ha^{-1}$ ), mentre per il genotipo, l'ibrido **V<sub>1</sub>** ha fatto registrare la resa più alta ( $4,25 t ha^{-1}$ ).

L'interazione della tecnica di lavorazione con il regime irriguo e il genotipo (figura 2) ha evidenziato la migliore risposta produttiva del regime irriguo **I<sub>1</sub>** e dell'ibrido **V<sub>2</sub>** nell'ambito dell'aratura

convenzionale e del regime irriguo  $I_2$  e dell'ibrido  $V_1$  nella semina diretta. Le differenze di resa tra i regimi irrigui sono risultate più ampie nell'aratura convenzionale che nella semina diretta, al contrario la differenza tra i genotipi  $V_1$  e  $V_2$  è stata molto più contenuta nell'aratura.

Il consumo d'acqua della coltura è risultato più alto nella tesi lavorata rispetto a quella seminata su sodo. Negli strati più superficiali del terreno (figura 3), l'andamento dell'umidità denota un maggior consumo di acqua nella tesi **S** rispetto alla tesi **A** nella fase centrale del ciclo colturale, compresa tra la fine dell'accrescimento rapido e l'inizio della maturazione lattea.

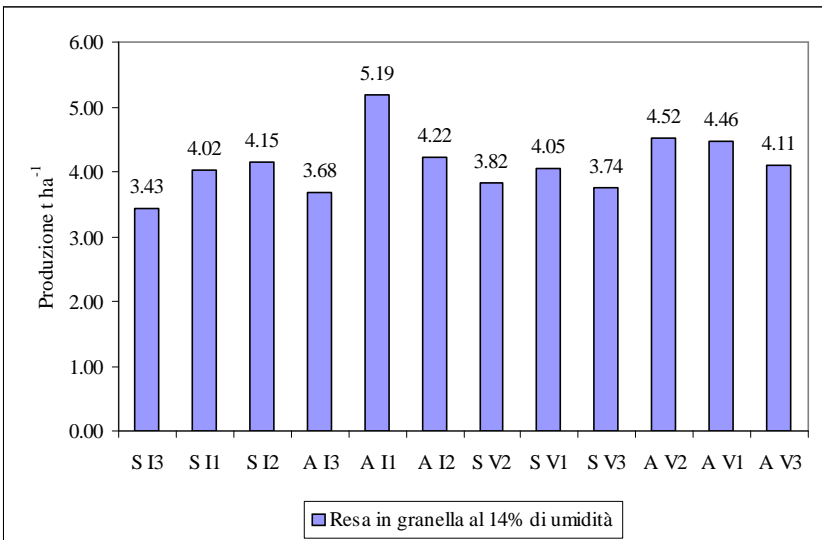


Figura 2 – Risultati produttivi delle interazioni: tecniche di lavorazione del suolo per regime irriguo e per genotipo.

Tuttavia, mentre nello strato 0 -10 cm l'andamento dell'acqua utilizzata nelle due tesi è pressoché identico per le altre fasi del ciclo, nello strato 11-30 cm si nota un divario, tra il lavorato e il sodo, che si annulla in corrispondenza del termine della fase di rapido accrescimento della coltura per tornare poi ad aumentare in corrispondenza dell'inizio della maturazione lattea.

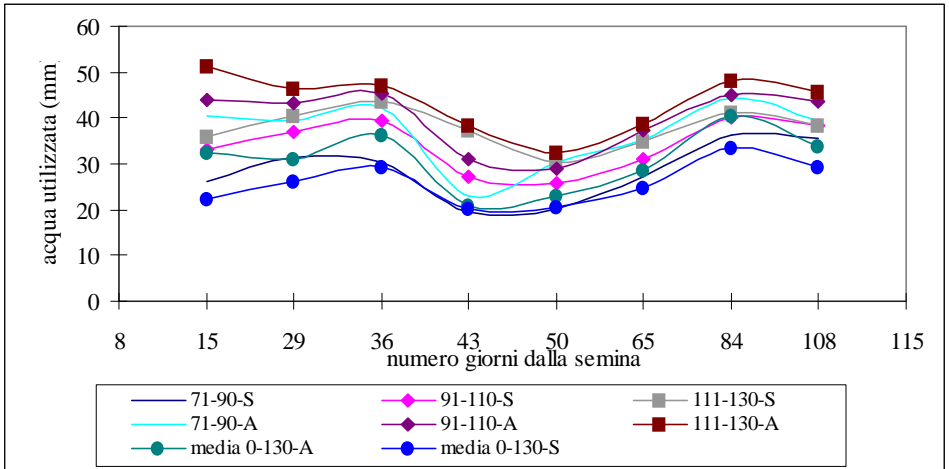


Figura 3 – Andamento dell'acqua utilizzata dalla coltura per i diversi strati di suolo, espressa come deficit rispetto alla capacità idrica di campo.

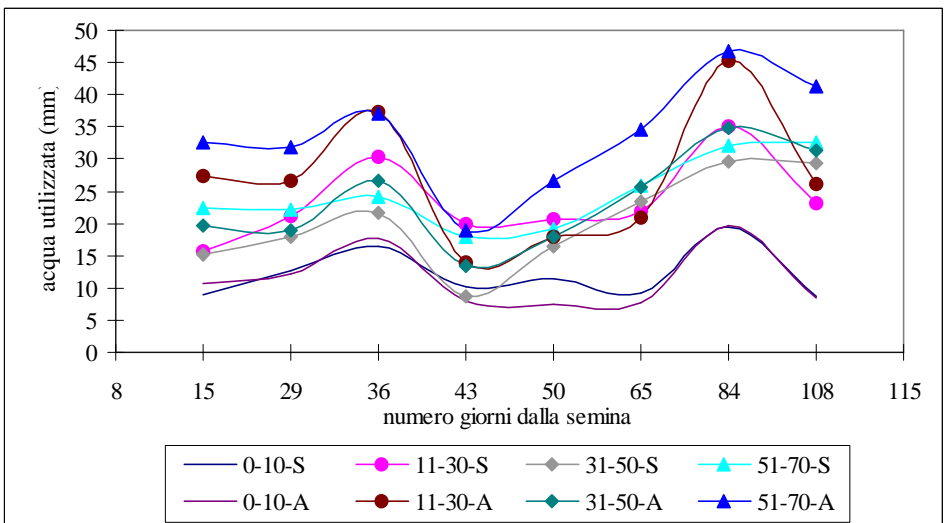


Figura 4 – Andamento dell'acqua utilizzata dalla coltura per i diversi strati di suolo, espressa come deficit rispetto alla capacità idrica di campo.



L'acqua utilizzata nei restanti strati e il valore medio dell'intero profilo (Figg. 3 e 4) è risultata sempre maggiore nel lavorato rispetto al sodo, con una differenza spesso più evidente nelle fasi iniziali e finali del ciclo colturale.

L'efficienza d'uso dell'acqua (WUE - *Water Use Efficiency*) per i fattori principali (tabella 3) ha evidenziato una differenza netta tra il lavorato e il sodo, con la migliore efficienza per la semina diretta, e differenze più lievi nell'ambito dei regimi irrigui e del genotipo.

L'esame dell'interazione lavorazione per regime irriguo (tabella 4)

*Tabella 3 – Efficienza d'uso dell'acqua (WUE) per i fattori principali, espressa in litri di acqua per g di granella prodotta al 14% di umidità.*

Tesi	Prodotto commerciabile (t ha <sup>-1</sup> )	Acqua utilizzata (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	WUE (l g <sup>-1</sup> )
S	3,87	2108	0,54
A	4,36	2753	0,63
I3	3,56	2040	0,57
I1	4,61	2900	0,63
I2	4,19	2354	0,56
V2	4,17	2409	0,58
V1	4,26	2468	0,58
V3	3,92	2415	0,62

Tesi	Prodotto commerciabile (t ha <sup>-1</sup> )	Acqua utilizzata (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	WUE (l g <sup>-1</sup> )	Delta_U (mm)
A I1	5,19	3220,12	0,62	14,12
S I1	4,02	2570,46	0,64	-50,54
A I2	4,22	2750,52	0,65	32,52
S I2	4,15	1950,32	0,47	-47,68
A I3	3,68	2280,32	0,62	46,32
S I3	3,43	1790,71	0,52	-2,29

*Tabella 4 – Efficienza d'uso dell'acqua (WUE), dell'interazione modalità di lavorazione del suolo per regime irriguo, espressa in litri di acqua per grammo di granella prodotta al 14% di umidità e variazione (Delta\_U) della riserva idrica del suolo.*

mette in evidenza che la miglior efficienza d'uso dell'acqua si è avuta nelle tesi con semina su sodo ma solo nei regimi irrigui carenti. Inoltre, sempre dalla tabella 4 si evince che tutte le tesi con semina su sodo hanno dato luogo ad un valore negativo della differenza tra umidità iniziale e finale del suolo ( $\Delta U$ ), differenza che è aumentata in valore assoluto passando dal regime irriguo più carente a quello ottimale. Al contrario, per le tesi con lavorazione convenzionale è stata registrata una differenza positiva che denota l'utilizzo di una parte della riserva idrica del suolo.

### **Discussione**

I modesti valori di resa ottenuti ( $4,11 \text{ t ha}^{-1}$ ) sono da attribuirsi ad un attacco di *Sesamia* (*Sesamia cretica*, Led.) che si è manifestato in maniera uniforme in tutte le tesi ed ha interessato oltre il 70% delle piante, con conseguente rottura del culmo di molte piante e minore produzione di spighe, come denotato anche dal rapporto numero spighe/numero piante, risultato sempre inferiore ad 1.

I caratteri investimento unitario e rapporto spighe/piante sono stati influenzati rispettivamente dall'interazione regime irriguo per genotipo e modalità di lavorazione del suolo per genotipo; tuttavia, le tesi con il più alto investimento e il più alto rapporto spighe/piante non hanno fatto registrare anche i migliori risultati produttivi.

Per quanto riguarda l'acqua utilizzata dalla coltura differenze di un certo rilievo sono emerse tra le tecniche di lavorazione del terreno e i regimi irrigui, mentre tra i genotipi le differenze sono state trascurabili. L'evapotraspirazione massima della coltura ( $E_{tm}$ ), dall'emergenza alla raccolta, è stata pari a 370 mm; considerando che l'irrigazione è stata sospesa con l'inizio della maturazione cerosa per non prolungare eccessivamente il ciclo vegetativo, dalla tabella 4 si evince che solo per la tesi **AI<sub>1</sub>** è stato registrato un consumo d'acqua prossimo a quello ottimale.

Considerando, inoltre, che l'irrigazione è stata di tipo localizzato e quindi le perdite per evaporazione dal suolo trascurabili, è possibile attribuire il maggior consumo di acqua nelle tesi con aratura convenzionale ad una più uniforme distribuzione e ad una maggiore

densità lineare dell'apparato radicale rispetto alle tesi con semina diretta, come evidenziato da Mariotti et al. (1998).

La miglior efficienza d'uso dell'acqua è stata registrata con la semina diretta, ma solo nei regimi irrigui carenti, mentre nella tesi con aratura convenzionale la coltura è riuscita a sopperire al deficit irriguo attingendo dalla riserva del suolo.

### **Conclusioni**

Dall'esame dei risultati produttivi seppur limitati ad un solo anno di prova, possiamo affermare in primo luogo, che la semina su terreno non lavorato ha fornito risultati produttivi analoghi a quelli ottenuti su terreno lavorato e che nelle condizioni di tecnica agronomica adottata e nell'ambiente pedoclimatico in cui è stata svolta la sperimentazione, gli ibridi Madera e Matea hanno fornito la migliore risposta produttiva (4,25 e 4,17 t ha<sup>-1</sup>, rispettivamente), seppur non statisticamente differente da quella dell'ibrido DEK 300 (3,92 t ha<sup>-1</sup>). Relativamente all'irrigazione, il miglior risultato produttivo è stato ottenuto con il regime irriguo **I<sub>1</sub>**, che prevedeva la restituzione del 100% dell'Etm, ma non è stato statisticamente diverso dal livello produttivo fatto registrare dal regime irriguo **I<sub>2</sub>**, il quale, nella tesi con semina diretta, ha fatto registrare la migliore efficienza d'uso dell'acqua.

In base a queste considerazioni preliminari si può affermare che il risultato migliore per quanto riguarda la conversione dell'acqua in granella è stato ottenuto con la semina diretta e con la restituzione parziale (66%) dell'evapotraspirazione massima della coltura.

Ulteriori approfondimenti e verifiche si rendono necessari per valutare in un periodo più lungo la risposta produttiva dei genotipi in prova con particolare riguardo alle pratiche agronomiche considerate.

### **Prospettive future**

Il lavoro presentato evidenzia l'importanza delle attività di sperimentazione locale per ottimizzare le produzioni agricole in funzione degli obiettivi di programmazione regionale, nazionale e comunitaria.

In tale ambito si evidenzia per il prossimo futuro uno spazio per l'agrometeorologia intesa come disciplina in grado di contribuire tanto all'impostazione delle prove sperimentali che alla gestione delle stesse ed all'interpretazione dei risultati alla luce della variabilità meteo-climatica.

### ***Ringraziamenti***

*Si ringrazia il personale del Co.T.Ir. e in particolare la d.ssa G. Guastadisegni per la esecuzione delle analisi fisiche e chimiche del terreno e i PP. AA. M. D'Ercole, A. Mammarella ed E. Piacente per la collaborazione prestata nell'allestimento della prova e nell'esecuzione dei rilievi sperimentali.*

### **BIBLIOGRAFIA**

- Rizzo, V., Di Bari, V., Losavio, N., 1980. I consumi idrici per evapotraspirazione del mais da granella in coltura principale nell'ambiente del Tavoliere pugliese. Riv. di Agron., 14, 263-274.
- Basso, F., Barbieri, G., Linsalata, D., 1983. Relazione tra parametri idrologici ed erosione di un terreno argilloso a rotazione biennale: favino da seme-frumento duro sottoposto a differenti modalità di lavorazione. Quad. n. 129 "Problemi agronomici per la difesa dai fenomeni erosivi". CNR, Roma, Arti Grafiche Della Torre, Portici, 186-207.
- Dick, W.A., 1983. Organic carbon, nitrogen and phosphorus concentrations and pH in soil profiles affected by tillage intensity. Soil Sci. Soc. Am. J., 47, 102-107.
- Basso, F., Pisante, M., Basso, B., 1992. Effect of soil tillage systems on soil moisture, growth and yield of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) and horsebean for seed (*Vicia faba minor* Beck) in Southern Italy. Proceeding IV International Conference on Desert Development, Mexico City, 399-404.
- De Franchi, A.S., Amato, M., Pisante, M., Graziano, F.S., 1994. Osservazioni sulla variazione di alcune proprietà fisiche di un terreno declive (struttura ed umidità) in relazione a diverse modalità di lavorazione e colture. Riv. di Agron., 28, 427-432.
- Cereti, C.F., Rossini, F., 1995. Influenza della riduzione della lavorazione del terreno sulla fertilità fisica in omosuccessioni di frumento tenero (*Triticum aestivum* L.) e mais (*Zea mais* L.) in coltura asciutta. Riv. di Agron., 1995, 29, 3 Suppl., 382-387.

Mariotti M., Bonari, E., Mazzoncini, M., Masoni, A., 1998. Accrescimento delle radici del mais in relazione alla modalità di lavorazione del terreno. Riv. di Agronomia, 32:54-61.