

ANNALI

DELLA FACOLTA' DI AGRARIA DELL' UNIVERSITA'

————— SASSARI —————

DIRETTORE: G. RIVOIRA

COMITATO DI REDAZIONE: M. DATTILO - S. DE MONTIS - F. FATICHENTI
C. GESSA - L. IDDA - F. MARRAS - P. MELIS - A. MILELLA - A. PIETRACAPRINA
R. PROTA - A. VODRET

studi sassaresi

ORGANO UFFICIALE
DELLA SOCIETÀ SASSARESE DI SCIENZE MEDICHE E NATURALI



Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee
dell'Università di Sassari

(Direttore: Prof. G. Rivoira)

A. MURTAS¹ - G. ATTENE² - M. MILIA¹

DETERMINAZIONE DEL «CROP-WATER-STRESS-INDEX»
MEDIANTE L'USO DEL TERMOMETRO A RAGGI INFRAROSSI

Nota I

RIASSUNTO

Nel corso del 1986, è stata valutata la possibilità di impiego del termometro a raggi infrarossi per la determinazione dello stato idrico di una coltura di soia adottando la metodologia proposta da Idso. I risultati mostrano che il crop-water-stress-index (C.W.S.I.) è un idoneo parametro per la valutazione dell'intensità dello stress idrico e che il suo valore medio, durante la fase riproduttiva, è significativamente correlato con le rese in granella.

SUMMARY

Crop-water-stress-index assessment by infrared thermometer.

The use of the infrared thermometer to determine water status of a soyabean crop as been tried in 1986. The methodology followed was that of Idso. Results show that crop-water-stress-index (C.W.S.I.) is right for the purpose of evaluating the extent of water stress and its mean value, during the reproductive stage, is significatively related to seed yield.

Nel 1981 Idso et al. introdussero, quale indice dello stato idrico delle piante, il concetto di crop-water-stress-index (C.W.S.I.). Nel 1982 Idso pubblicò i risultati di una serie di ricerche condotte su diverse specie al fine di definire il rapporto della differenza fra la temperatura fogliare (T_F) e la temperatura dell'aria (T_A) con il deficit della pressione di vapore nell'atmosfera (VPD) in condizioni ottimali di rifornimento idrico. Vennero così ottenute, per ogni specie presa in esame, le cosiddette «base-line», relazioni che legano linearmente le variazioni della differenza $T_F - T_A$ in funzione del variare del VPD.

¹ Professori associati e ²Ricercatrice presso l'Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee dell'Università di Sassari.

Ricerca condotta nell'ambito del GRU.S.I. (Gruppo Nazionale di Coordinamento per lo Studio dell'Irrigazione).

Una volta determinate tali «rette di base» è agevole, sempre con il metodo proposto da Idso (1), risalire allo stato idrico di una coltura in condizioni non ottimali di rifornimento idrico attraverso il calcolo dell'indice di stress (C.W.S.I.).

Lo scopo di questa prima nota è quello di verificare l'equazione della retta di base riportata in letteratura per la soia (2), di utilizzare il C.W.S.I. quale parametro per la definizione dello stato idrico della coltura e le relazioni tra tale indice e la produzione di granella.

MATERIALI E METODI

La ricerca è stata effettuata nel corso del 1986 presso l'Azienda sperimentale di Otta-va (Sassari) su terreno profondo, di origine alluvionale e dotato di buona fertilità. La semina della varietà Osaka (Il gruppo di maturazione) previo inoculo della semente con il *Rhizobium* specifico, è avvenuta il 30 maggio 1986 su file distanti 0,5 m, densità teorica di 35 pt·m⁻², superficie parcellare 44 m².

Qualche giorno prima della semina sono stati incorporati nel terreno 30 kg·ha⁻¹ di N e 150 kg·ha⁻¹ di P₂O₅.

Il piano sperimentale prevedeva 11 tesi irrigue (fig. 2-12) ottenute modificando opportunamente sia i volumi unitari di adacquamento che il turno irriguo.

La prima irrigazione differenziata è stata effettuata il 30 giugno in corrispondenza della comparsa della 2^a foglia trifogliata; il 15 luglio sono stati registrati 40 mm di pioggia. Il 23 luglio (piena fioritura) dopo che è stato raggiunto un sufficiente grado di copertura del terreno da parte della vegetazione, sono iniziati, con cadenza quasi giornaliera, tra le ore 14 e le 15, i rilievi della temperatura sulla copertura vegetale mediante un termometro a raggi infrarossi portatile Everest mod. 112, angolo di vista 3°, emissività 0.980, munito di dispositivo per la lettura diretta del $T_F - T_A$.

Prima e dopo ogni serie di rilievi, il termometro veniva controllato con una sorgente tarata di calore munita di corpo nero.

Nelle singole parcelle la temperatura è stata rilevata puntando lo strumento sulla vegetazione obliquamente con angolo di circa 45° da 4 differenti direzioni (Nord-Sud-Est-Ovest).

Le misurazioni sono terminate all'inizio dell'ingiallimento delle foglie.

Contemporaneamente al rilievo della temperatura della copertura vegetale, è stato misurato il valore del deficit di pressione del vapore nell'atmosfera mediante uno psicometro a ventilazione ubicato in mezzo al campo e ad un'altezza rispetto al piano formato dalla vegetazione di 1 m.

Alla raccolta sono state determinate le rese in granella.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Nella Fig. 1 è riportata la retta di base ottenuta misurando, su piante ottimamente rifornite di acqua, la differenza di temperatura tra la copertura fogliare e l'aria ($T_F - T_A$) e i relativi valori del deficit di pressione del vapore nell'atmosfera (VPD).

Il campo di variazione del VPD durante il periodo della prova è risultato compreso tra 0,7 e 4 kPa.

La prima coppia di valori $T_F - T_A$ e VPD è stata rilevata il 23 luglio (piena fioritura) mentre l'ultima il 15 settembre (inizio ingiallimento foglie).

I punti contrassegnati con l'asterisco si riferiscono a determinazioni effettuate sulle varietà Weber e Williams, coltivate in ambiente pedoclimatico diverso (Oristano).

Durante il periodo fioritura-inizio ingiallimento delle foglie i due parametri risultano fra loro legati da una singola relazione lineare valida anche nel caso che vengano prese in considerazione varietà diverse. Inoltre, il significativo scostamento rilevato soprattutto in corrispondenza di alti valori del VPD, tra la retta ottenuta e quella riportata da Idso per ambienti del Nord America, evidenzia la necessità di rideterminare l'equazione della retta di base ogni qualvolta si operi in ambienti molto dissimili da quelli considerati dal sopraccitato Autore.

Una volta determinato l'andamento della retta di base che sta ad indicare i valori ottimali di $T_F - T_A$ per ogni dato valore della variabile indipendente VPD, l'indice di stress per una coltura in stato di deficit idrico e caratterizzata quindi da un valore $T_F - T_A$ (punto P sul grafico) al di fuori dei limiti fiduciarî della retta è facilmente calcolabile tramite il rapporto tra la distanza del punto e la retta e la distanza tra questa ed un limite superiore (upper line). La posizione del limite superiore sull'asse delle ordinate è funzione sia del valore dell'intercetta - a - dell'equazione di base che della temperatura ambiente (es. 25 o 40°C) e per la sua determinazione e il suo significato fisiologico si rimanda al lavoro di Idso et al. (1). Il C.W.S.I. potrà variare teoricamente da 0 (traspirazione uguale a quella potenziale e quindi stress idrico nullo) a 1 (traspirazione uguale a 0 e quindi massimo stress idrico).

Nelle Fig. 2-12 sono riportate le variazioni del C.W.S.I. registrate durante il periodo interessato dalla prova e per ogni regime idrico imposto.

In tutti i casi si nota un'estrema sensibilità dell'indice alle variazioni dello stato idrico della coltura evidenziata dal suo brusco abbassamento o addirittura azzeramento subito dopo ogni intervento irriguo. L'indice spesso ha raggiunto valori ben superiori all'unità e ciò in contraddizione con quanto asserito dai fondamenti teorici proposti da Idso et al. (1). Tuttavia, quando il valore dell'intercetta - a - dell'equazione della retta di base si discosti poco dalle condizioni $T_F - T_A = 0$, la metodologia nel suo insieme può ritenersi ancora valida se si considera il limite superiore come sem-

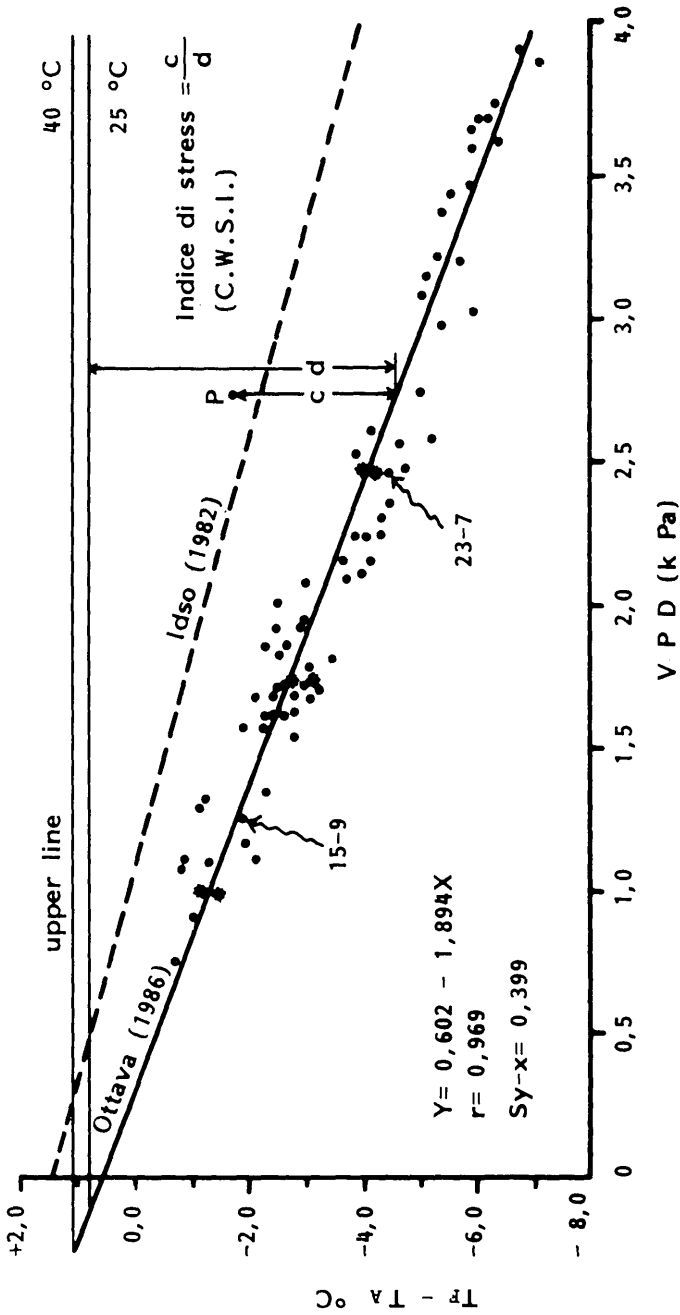


Fig. 1 - $T_F - T_A$ vs. VPD per soia in condizioni ottimali di stato idrico. (•) cv Osaka; (◊) cv Weber e Williams.
 $T_F - T_A$ vs. VPD for well-watered soybeans. (•) cv Osaka; (◊) cv Weber and Williams.

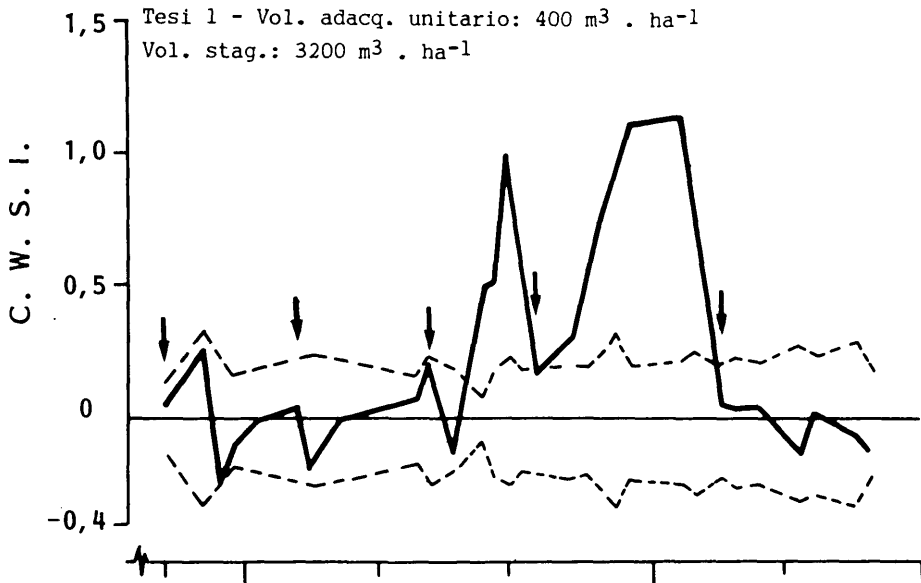


Fig. 2

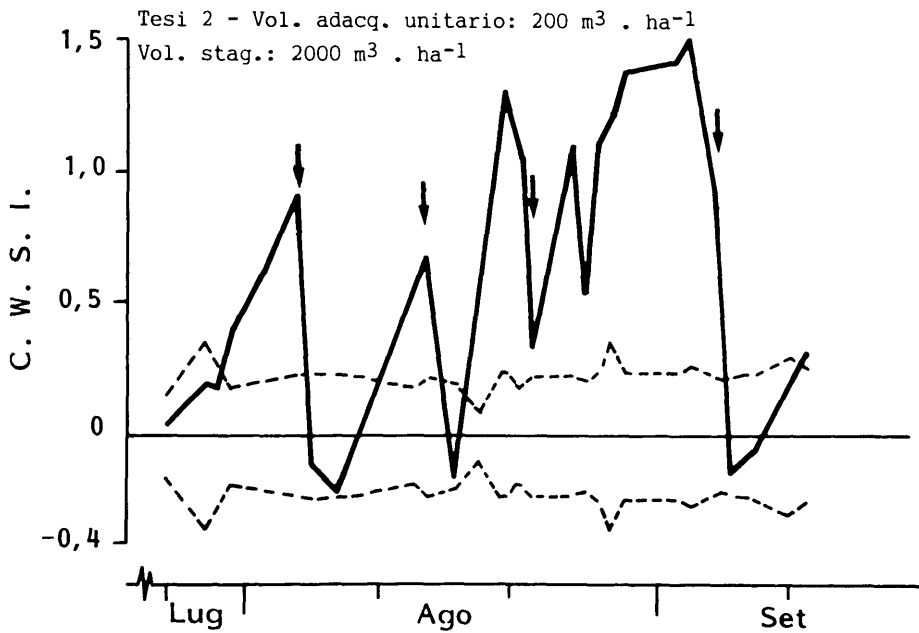


Fig. 3

Fig. 2, 3 - — Variazioni del C.W.S.I. durante la fase riproduttiva; - - - - - limiti fiduciaci per il C.W.S.I. ↓ Intervento irriguo.

— C.W.S.I. variations at reproductive stage; - - - - - confidence belts for C.W.S.I. ↓ water supply day

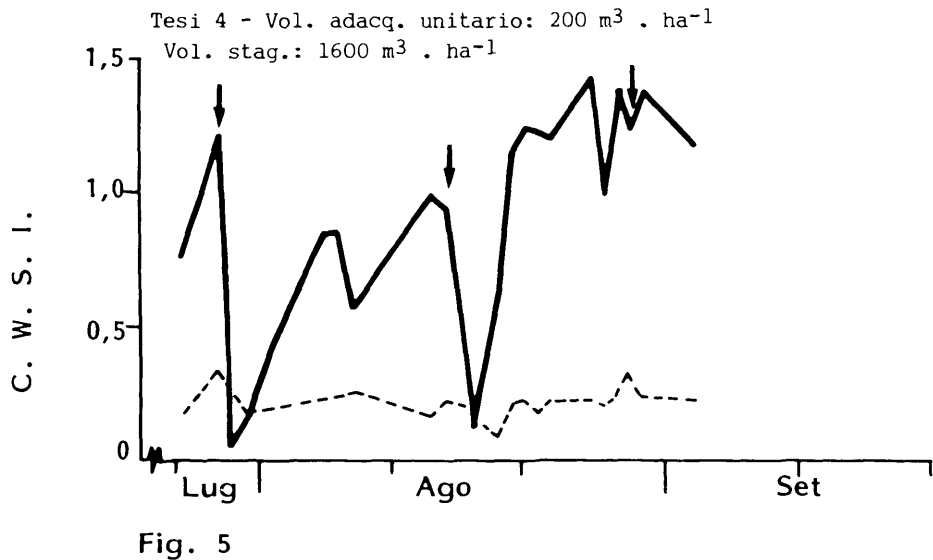
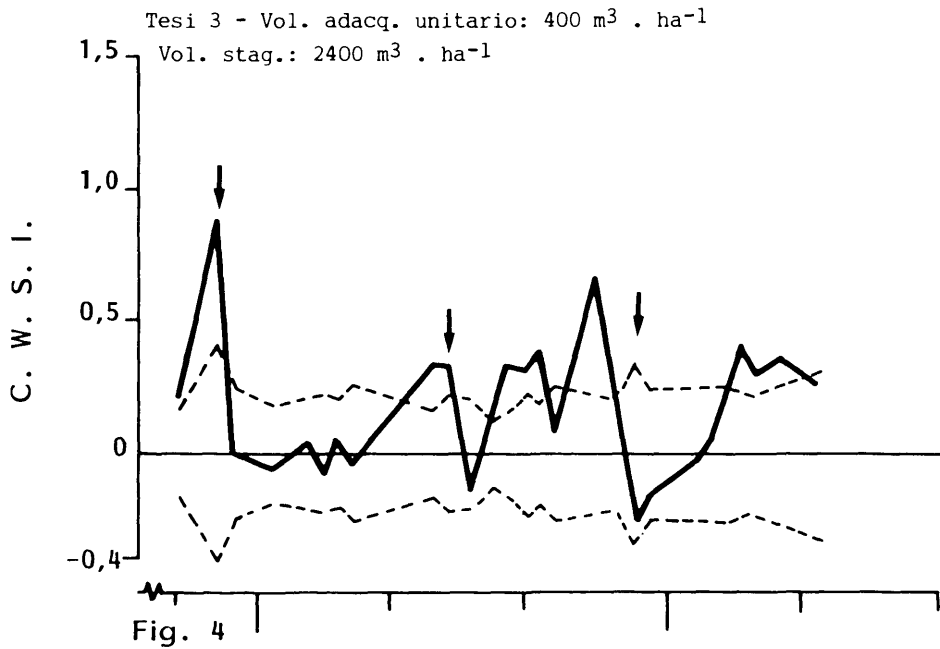


Fig. 4, 5- — Variazioni del C.W.S.I. durante la fase riproduttiva; - - - - - limiti fiduciarì per il C.W.S.I. ↓ intervento irriguo.
 — C.W.S.I. variations at reproductive stage; - - - - - confidence belts for C.W.S.I. ↓ water supply day.

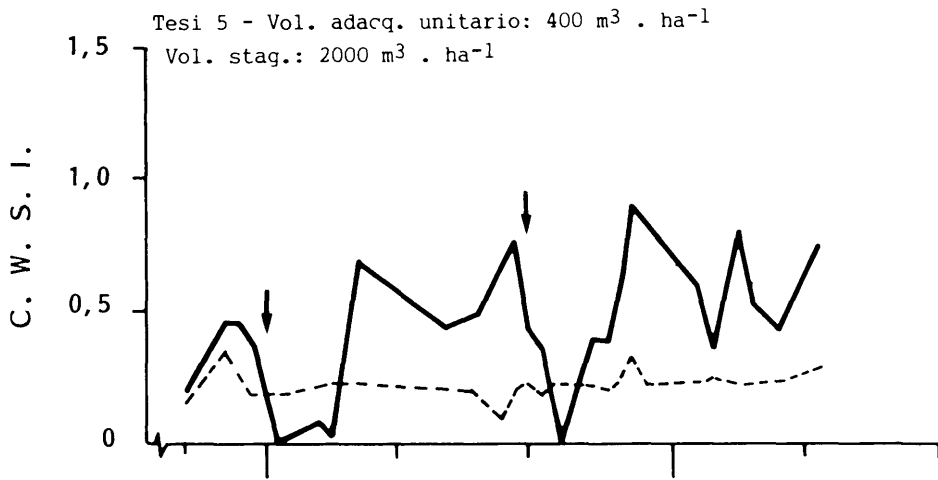


Fig. 6

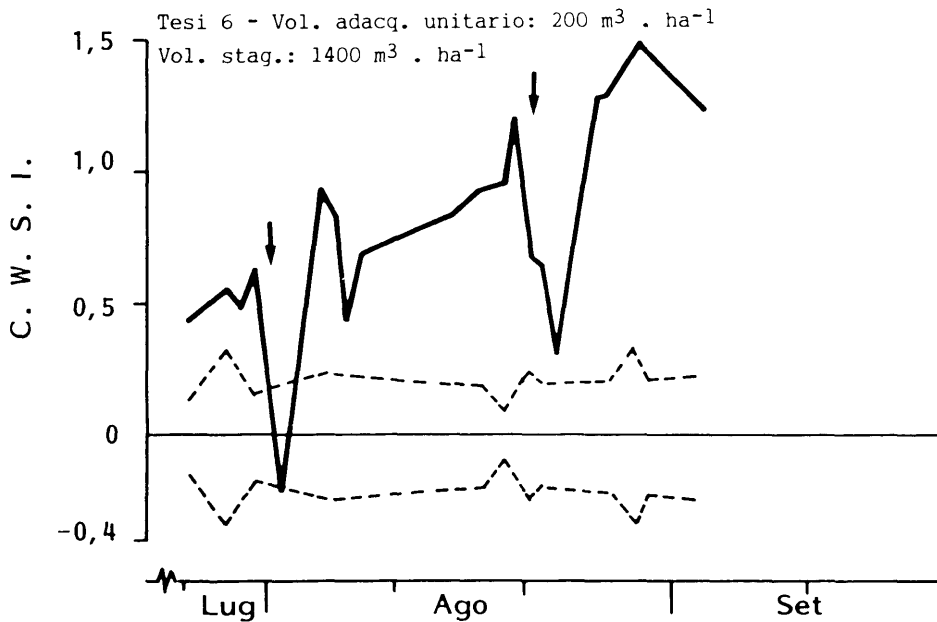


Fig. 7

Fig. 6, 7 - — Variations del C.W.S.I. durante la fase riproduttiva. - - - - - limiti fiduciari per il C.W.S.I. ↓ intervento irriguo.
- - - - - C.W.S.I. variations at reproductive stage; - - - - - confidence belts for C.W.S.I. . water supply day.

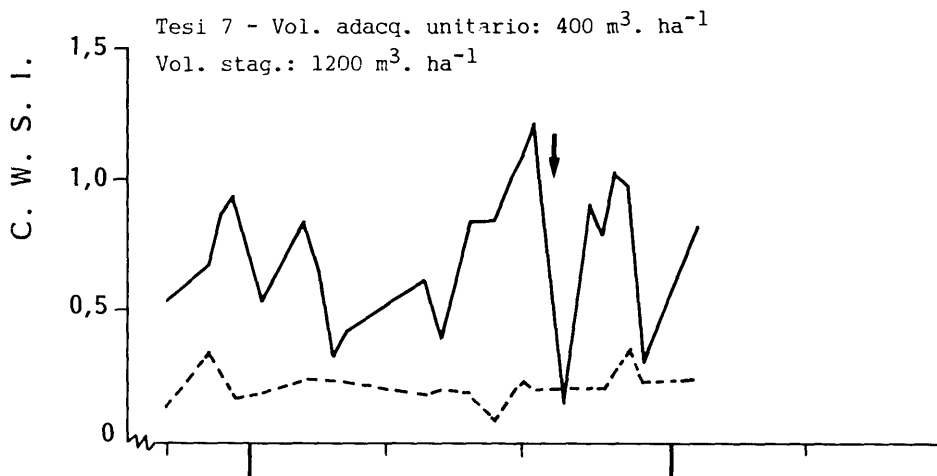


Fig. 8

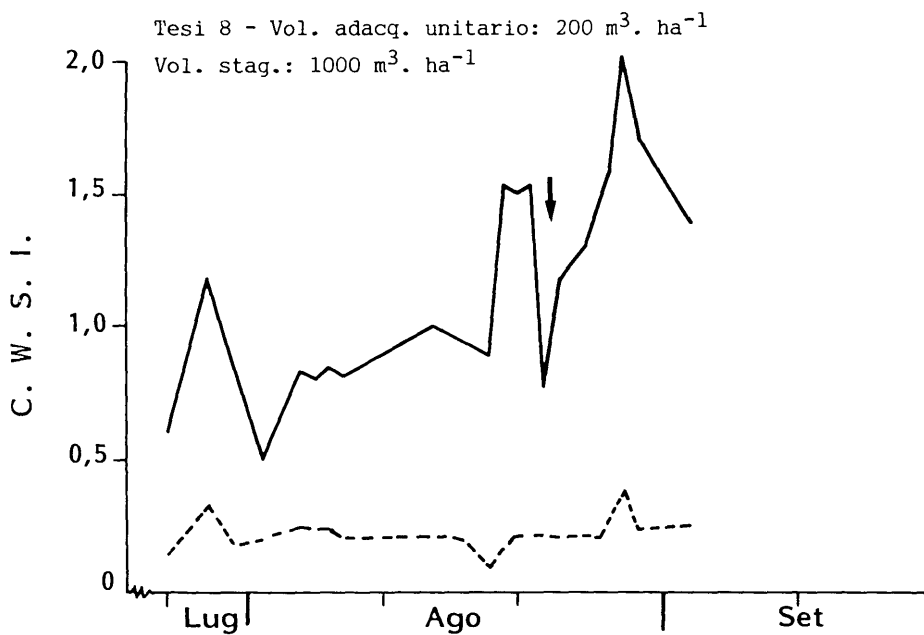


Fig. 9

Fig. 8, 9 - — Variazioni del C.W.S.I. durante la fase riproduttiva; - - - - limiti fiduciarci per il C.W.S.I. ↓ intervento irriguo.
 — C.W.S.I. variations at reproductive stage; - - - - confidence belts for C.W.S.I. ↓ water supply day.

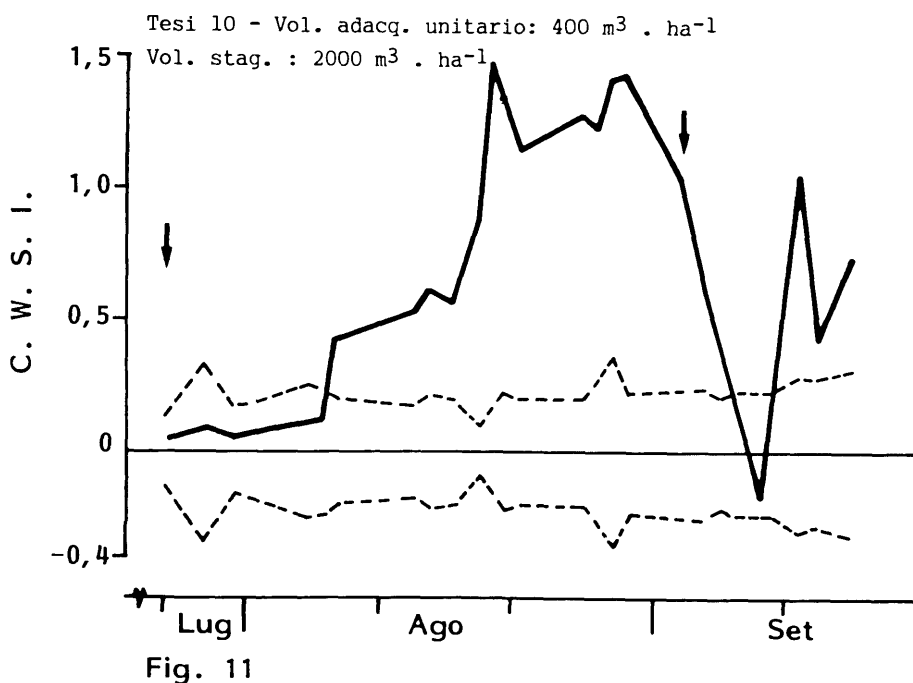
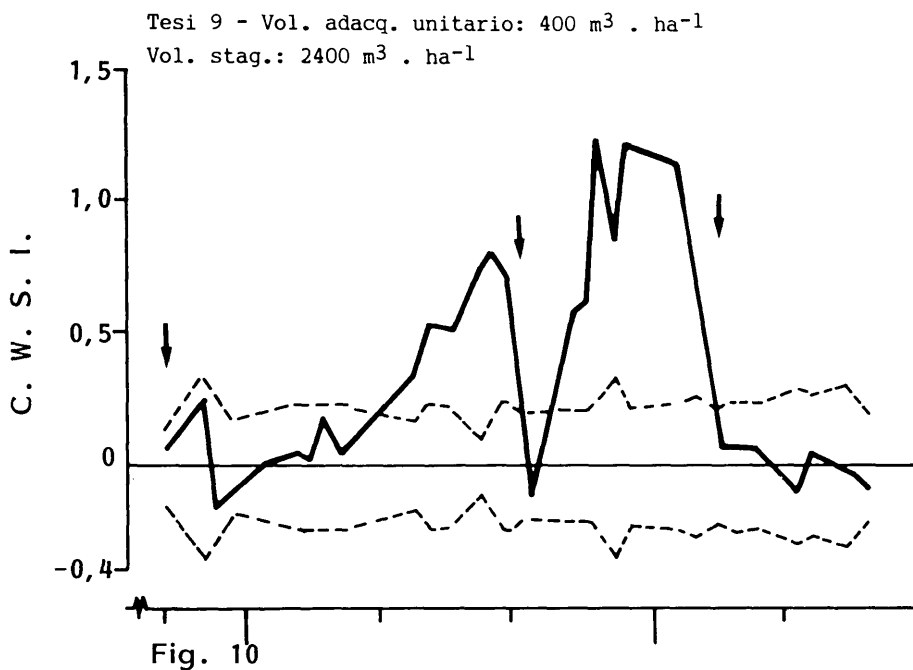


Fig. 10, 11 - — Variazioni del C.W.S.I. durante la fase riproduttiva; - - - - limiti fiduciari per il C.W.S.I. ↓ intervento irriguo.
— C.W.S.I. variations at reproductive stage; - - - - confidence belts for C.W.S.I. ↓ water supply day.

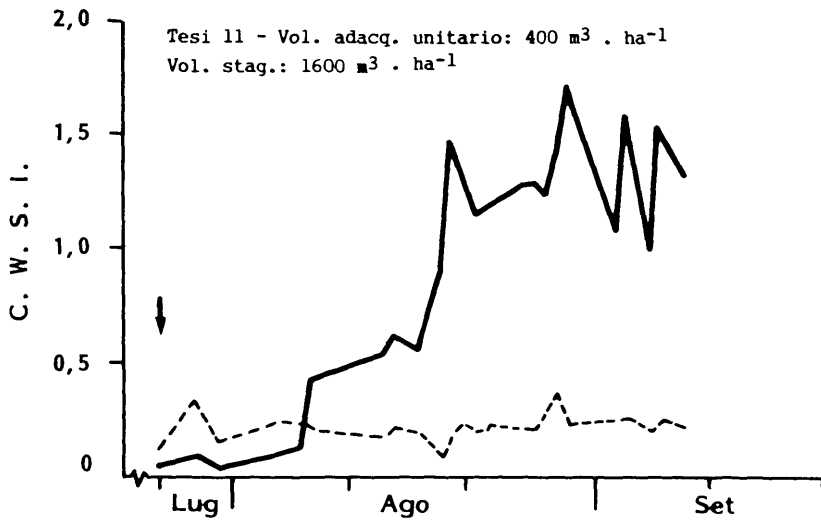


Fig. 12 - — Variazioni del C.W.S.I. durante la fase riproduttiva; ---- limiti fiduciarî per il C.W.S.I. ↓ intervento irriguo.
— C.W.S.I. variations at reproductive stage; ---- confidence belts for C.W.S.I. ↓ water supply day.

plíce base di riferimento per il calcolo del C.W.S.I. e quindi dello scostamento dalle condizioni ottimali dello stato idrico della pianta.

Dalla Fig. 13 appare evidente l'esistenza di uno stretto rapporto tra l'indice di stress

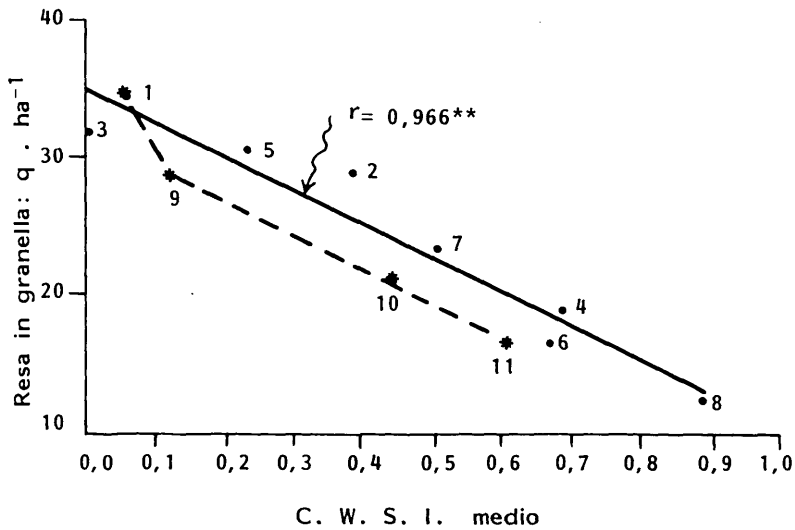


Fig. 13 - Relazione tra il C.W.S.I. medio e le rese in granella per le singole tesi.
Relation between mean C.W.S.I. and seed yield for each treatment.

preso come valore medio del periodo piena fioritura-fine ingrossamento dei semi e le rese di granella conseguite. I due andamenti rappresentati nella figura (linea intera e tratteggiata) sono il risultato del diverso criterio adottato per indurre lo stress idrico. In un caso infatti (linea intera, tesi 1-8) le diverse intensità degli stress sono derivate modificando sia i volumi unitari di adacquamento che il momento dell'intervento irriguo sin dalla comparsa della 2^a foglia; nell'altro caso (linea tratteggiata) gli stress sono stati indotti sospendendo del tutto (tesi 11) o temporaneamente (tesi 9 e 10) gli apporti di acqua solo dopo l'inizio della formazione dei semi. Pertanto, la differenza di produzione riscontrata nei due casi a parità di valore del C.W.S.I., può essere verosimilmente considerata una quantificazione, in termini di resa, della graduale capacità di adattamento della coltura alle condizioni di carenza idrica.

CONCLUSIONI

Si ritiene che il metodo proposto da Idso sia di facile applicabilità quando, negli ambienti in cui si opera, sia stata determinata e verificata negli anni l'equazione della retta di base. Questa operazione, tuttavia, può incontrare notevoli difficoltà dovute ad uno stretto campo di variazione del VPD, talvolta riscontrabile durante le ore diurne, in particolari ambienti. Inoltre, non poche sono le perplessità per come viene determinato il limite superiore (upper line).

La determinazione indiretta dello stato idrico delle piante mediante l'uso del termometro a raggi infrarossi è risultata, a seguito dell'esperienza da noi effettuata, di facile e rapida esecuzione. Dal punto di vista operativo si deve, però, tener conto che i rilievi della temperatura fogliare sono possibili solo quando il suolo risulta coperto totalmente o almeno in buona parte dalla vegetazione, al fine di evitare possibili errori derivanti dall'irraggiamento del terreno. Questo fatto implica che eventuali stress idrici durante le prime fasi vegetative non possono essere valutati con questa tecnica. Si reputano necessarie ulteriori indagini per meglio definire l'uso di questo indice ai fini della programmazione dell'intervento irriguo ed i suoi rapporti con alcuni parametri indipendenti dello stato idrico delle piante.

BIBLIOGRAFIA

- 1) IDSO S.B., JACKSON R.D., PINTER P.J., Jr, REGINATO R.J. and HATFIELD J.L., 1981 - Normalizing the stress-degree-day parameter for environmental variability. *Agric. Meteorol.*, 24: 45-55.
- 2) IDSO S.B., 1982 - Non-water-stressed baseline: a key to measuring and interpreting plant water stress. *Agric. Meteorol.*, 27: 59-70.