



UnissResearch



Murtas, Antonio Matteo Luigi; Milia, Marco Antonio Fedele; Deidda, Mauro (1986) *Risposta produttiva del mais e del sorgo agli stress idrici indotti in diverse fasi del ciclo biologico*. Rivista di agronomia, Vol. 20 (4), p. 354-359. ISSN 0035-6034.

<http://eprints.uniss.it/4650/>

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SASSARI
ISTITUTO DI AGRONOMIA GENERALE
E COLTIVAZIONI ERBACEE
(Direttore: Prof. Giuseppe Rivoira)

Antonio Murtas - Marco Milia - Mauro Deidda

Risposta produttiva del mais e del sorgo
agli stress idrici indotti in diverse fasi
del ciclo biologico

edagricole 

Estratto dalla Rivista di « AGRONOMIA »
Anno XX - n. 4 - ottobre-dicembre 1986

Risposta produttiva del mais e del sorgo agli stress idrici indotti in diverse fasi del ciclo biologico ⁽¹⁾

Antonio Murtas, Marco Milia e Mauro Deidda ⁽²⁾

Riassunto

Nel corso del 1982 è stata attuata una prova di confronto tra un ibrido di mais e di sorgo di simile durata del ciclo colturale al fine di studiare gli effetti dello stress idrico indotto in diverse fasi del ciclo biologico. I risultati produttivi e l'analisi dei parametri fisiologici presi in considerazione confermano la superiore capacità del sorgo ad "adattarsi" a condizioni di limitata disponibilità idrica del terreno, presumibilmente attraverso meccanismi di aggiustamento osmotico.

Nel mais da granella i decrementi di produzione sono risultati simili sospendendo temporaneamente le erogazioni idriche o durante la fase di levata o di maturazione lattea.

Si rileva, infine, che con ottimali disponibilità idriche, il mais ha confermato la sua superiorità produttiva nei confronti del sorgo.

Parole chiave: mais, sorgo, aggiustamento osmotico.

Summary

BEHAVIOUR OF MAIZE AND SORGHUM UNDER WATER STRESS

During 1982 a comparative test was conducted between a maize hybrid and a sorghum hybrid of similar growing cycle duration, to study the effect of water stress induced during various phases of the biological cycle.

Yield response and the analysis of physiological parameters confirm the higher resistance of sorghum to water stress presumably through mechanisms of osmotic adjustment.

Key words: maize, sorghum, osmotic adjustment.

Introduzione

È noto come tutti i processi vitali dei vegetali, dalla moltiplicazione ed accrescimento delle cellule alla fotosintesi, siano legati allo stato idrico cellulare, per cui un deficit di acqua determina squilibri fisiologici che si ripercuotono negativamente sullo sviluppo e sulla produttività delle piante. Ciò nonostante alcune specie coltivate sono in grado di dare produzioni soddisfacenti anche in condizioni idriche del terreno inadeguate, in quanto dotate di opportuni meccanismi di adattamento allo stress idrico.

In una esperienza da noi effettuata nel 1981 (dati non pubblicati), relativa al confronto delle risposte produttive del mais e del sorgo sottoposti a stress idrici

prolungati durante il periodo di maggiore accrescimento, sono state ottenute produzioni di 34 q.ha⁻¹ di granella di mais e di 60 q.ha⁻¹ di granella di sorgo con un decremento di produzione rispetto a quella ottenuta nelle tesi controllo con turno irriguo di 7 giorni pari al 69% nel mais ed al 39% nel sorgo. Tale maggiore resistenza del sorgo alle condizioni di aridità, peraltro già evidenziata da Miller nel 1916, è stata per molti anni attribuita a fattori morfologici tipici della specie, quale ad esempio la maggiore estensione ed approfondimento dell'apparato radicale. Tuttavia da un'ampia disamina degli studi compiuti sull'argomento, Hsiao (1976 a) conclude che le differenze tra gli apparati radicali delle due specie non sono sufficienti a spiegarne il diverso comportamento. L'Autore ipo-

⁽¹⁾ Ricerca, eseguita con un contributo del C.N.R. nell'ambito dei programmi di ricerca del Gruppo nazionale di coordinamento per lo studio dell'Irrigazione (GRU.SI).

Direttore della ricerca: Prof. A. Murtas.

Ricerca effettuata presso l'Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee dell'Università di Sassari.

⁽²⁾ Rispettivamente: Proff. associati e Prof. ordinario presso l'Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee dell'Università di Sassari.

tizza che la capacità del sorgo di fornire produzioni soddisfacenti anche in condizioni idriche non ottimali, sia dovuta e al differente modello di sviluppo morfologico e a fenomeni di aggiustamento osmotico.

Il mantenimento della pressione di turgore ($\Psi\rho$) nelle cellule, in seguito all'accumulo di soluti, è considerato da Bernstein (1961 e 1963) un meccanismo di adattamento di alcuni vegetali alla difficoltà di assunzione dell'acqua dovuta all'eccessiva salinità del terreno. Hsiao (1976 b), Culter *et al.* (1977), hanno riscontrato che fenomeni di aggiustamento osmotico possono verificarsi, in talune specie, anche in condizioni di non salinità del terreno.

Fereres *et al.* (1978) hanno dimostrato che la maggiore adattabilità del sorgo, rispetto al mais, è dovuta alla capacità di questa specie di mantenere il turgore cellulare per mezzo di aggiustamenti osmotici indotti da incrementi di soluti per unità di tessuto, però non riportano alcun risultato produttivo come verifica delle deduzioni tratte analizzando le diverse risposte fisiologiche delle due specie agli stress idrici.

Ci è sembrato pertanto utile, insieme allo studio delle variazioni dello stato idrico, valutare le risposte produttive del mais e del sorgo sottoposti a carenza idrica temporanea nella fase di maggior accrescimento vegetativo (levata) ed in quella di riempimento della cariosside (maturazione latte).

Materiali e metodi

La ricerca è stata effettuata presso l'Azienda sperimentale di Ottava (Sassari) nel 1982 in un terreno di origine alluvionale profondo, a tessitura limo-argillosa con valore dell'umidità alla capacità di campo di 27,2% e al punto di appassimento di 15,5%.

Le tesi allo studio per le due specie sono state le seguenti:

1. Controllo con turni d'irrigazione di circa 7 giorni e con volumi di adacquamento pari a $500 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$.
2. Stress L — Sospensione degli adacquamenti per due turni consecutivi alla comparsa della 7ª foglia e successivo ripristino del normale turno irriguo settimanale.
3. Stress ML — Sospensione degli adacquamenti per due turni consecutivi all'inizio della maturazione latte e successivo ripristino del normale turno irriguo settimanale.

È stato adottato uno schema sperimentale a blocco randomizzato con 4 ripetizioni e superficie parcelare di 156 m^2 .

La semina del sorgo, varietà "Rubino" (110 d), e del mais "RX 42" (105 d) è stata eseguita il 17 maggio.

L'investimento unitario per il mais è stato di 8 piante $\cdot \text{m}^{-2}$ con distanza tra le file di 70 cm; per il sorgo si è adottata una densità teorica di 35 piante $\cdot \text{m}^{-2}$ e distanza fra le file di 50 cm.

Prima della semina sono stati distribuiti, con unica somministrazione, $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ di N e $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ di P_2O_5 .

Rilievi sul potenziale idrico delle piante

Oltre ai rilievi delle rese e dei principali fattori del-

la produzione, sono state eseguite, per entrambe le specie, le variazioni del potenziale idrico fogliare ed osmotico utilizzando un'apparecchiatura psicrometrica (Boyer, 1972 a).

Le misure dei potenziali sono state effettuate, nelle diverse parcelle, su campioni di tessuto vegetale prelevati dall'ultima foglia a lamina completamente espansa ed uniformemente esposte ai raggi solari. Il tessuto vegetale, subito dopo il prelievo, è stato sistemato all'interno della camera psicrometrica in modo da ricoprire completamente il fondo con un disco di tessuto di 1,8 cm di \varnothing e le pareti laterali con strisce di circa 6 cm di lunghezza e circa 2 cm di altezza.

Le camere psicrometriche sigillate sono state inserite quindi in bagno termostatico, a 29°C e, raggiunto l'equilibrio di temperatura e di pressione di vapore all'interno della camera (3-4 ore), è stato determinato il potenziale idrico secondo la tecnica isopiastica proposta da Boyer (1972 b).

Immediatamente dopo la misura del Ψ , la camera psicrometrica con relativo supporto è stata posta in freezer a temperatura di circa -20°C per la durata di una notte. Successivamente si è provveduto allo scongelamento a temperatura ambiente al fine di ottenere la completa rottura delle pareti cellulari (Sakai e Yoshida, 1967) e quindi è stato nuovamente determinato il potenziale idrico. Questo valore del potenziale idrico ottenuto dopo il congelamento e successivo scongelamento del tessuto vegetale si ritiene sia una stima dei valori combinati delle componenti osmotiche e matriciali.

La componente di turgore, indica come $\Psi\rho$, è stata quindi calcolata dalla seguente relazione:

$$\Psi\rho = \Psi - (\Psi_s + \Psi_m)$$

Nella presente trattazione, in effetti, si farà riferimento alla sola componente osmotica tralasciando la matriciale. Infatti, il valore di quest'ultima è ritenuto insignificante fino a che non si raggiungano spinti livelli di disidratazione dei tessuti (Weibe, 1966; Boyer, 1967).

Le misure dei valori del potenziale idrico, osmotico e di turgore delle foglie per entrambe le specie, sono iniziate il 25 giugno e sono proseguite sino al 30 agosto ad intervalli irregolari. Infatti, per poter effettuare le misure durante le ore di massima intensità di radiazione solare (tra le ore 13 e le 14), su piante in condizioni di flusso idrico presumibilmente stazionario, i rilievi sono stati eseguiti solo in giornate serene sin dalle prime ore del mattino.

Determinazione del potenziale idrico del terreno

Per la determinazione del Ψ idrico del terreno, effettuata al fine di poter valutare le variazioni del $\Psi\rho$ del mais e del sorgo in funzione del potenziale totale del suolo, si è seguita la metodologia riportata da Richter (1976) la quale, partendo dall'ipotesi che il potenziale idrico della foglia è funzione del potenziale idrico del terreno, del flusso idrico e della componente gravitazionale secondo la seguente relazione:

Ψ foglia = Ψ terreno + Ψ frizionale + Ψ gravitazionale
stima il potenziale idrico del terreno attraverso la misura del Ψ idrico totale delle foglie di piante in cui

è nullo il flusso traspirativo (Ψ frizionale = 0) e trascurabile la componente gravitazionale.

A tal fine il prelievo del tessuto vegetale sia del mais che del sorgo è stato effettuato alle ore 4 anti-meridiane per rispettare le condizioni di assenza di flusso traspirativo necessarie alla stima del Ψ del terreno.

Precedentemente le foglie sono state avvolte con carta stagnola per evitare la formazione di rugiada nella lamina fogliare durante la notte e per assicurare l'effettiva assenza di traspirazione.

Tale metodologia consente di evitare possibili errori dovuti sia al posizionamento che al collocamento delle sonde nel terreno.

Risultati

Produzione di granella

Dai dati riportati nella tabella 1 non si rilevano nel sorgo differenze statisticamente significative fra le varie tesi, mentre nel mais, nelle tesi sottoposte a stress temporaneo, si osserva una diminuzione di produzione rispetto al controllo pari a circa il 20%. Tali differenze sono imputabili, in entrambi le tesi, al minor peso unitario delle cariossidi, mentre non si evidenziano differenze nel numero di cariossidi per spiga.

Stato idrico delle piante

Nella figura 1, sono riportate le variazioni del potenziale fogliare, osmotico e di pressione riscontrate nelle due specie, le temperature massime e medie e i valori di evaporazione da vasca di classe "A" registrati durante lo svolgimento della prova.

Nel mais, il valore del potenziale fogliare (Ψ) è va-

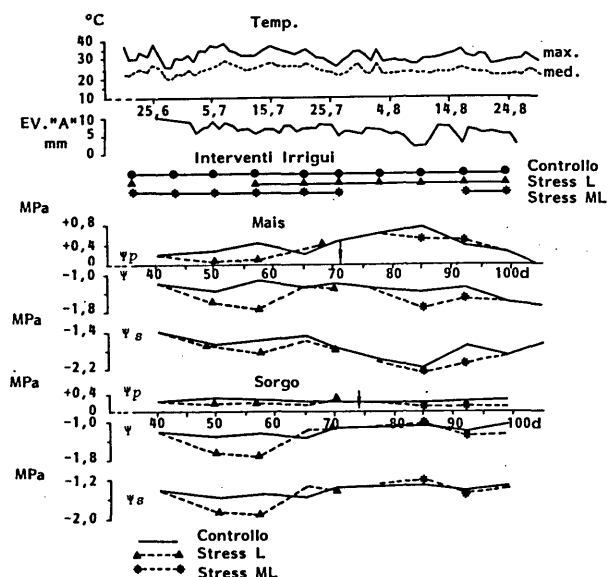


Fig. 1 - Andamento delle temperature medie e massime giornaliere. Valori giornalieri dell'evaporato da vasca di classe "A". Variazioni del potenziale idrico, osmotico e di pressione delle foglie; ogni punto rappresenta la media di 4-5 determinazioni.

Fig. 1 - Average and maximum temperatures. Daily evaporation from class "A" pan. Variations of pressure, osmotic and water potentials; data points are the mean of 4-5 samples.

riato nella tesi di controllo da -1,3 MPa a -1,1 MPa durante il periodo precedente all'emissione dell'infiorescenza maschile. Successivamente e sino al 92° giorno dalla semina i valori si sono mantenuti tra -1,2 e -1,3 MPa.

La rapida diminuzione dei valori del Ψ è avvenuta in corrispondenza dell'inizio della maturazione cerosa ed ha raggiunto il valore minimo (-1,6 MPa) il

TABELLA 1 - Dati produttivi del mais e del sorgo.

TABLE 1 - Yield data of maize and sorghum.

	Mais (RX 42)		
	Test	"Stress L"	"Stress ML"
Prod. granella q · ha ⁻¹ (U = 15,5%)	80,6 a	64,4 b	63,0 b
Piante: n · m ⁻²	8	7,9	8
Altezza piante: cm	316 a	241 b	305 a
Lunghezza spiga: cm	17,1 a	17,4 a	17,3 a
Cariossidi/spiga: n.	544 a	532 a	538 a
Peso 1000 semi: g	210 a	168,6 b	166,5 b
Differenze produttive fra Test e le varie tesi: %		-20	-21,8
Umidità del terreno: %			
rilevate il 13/7/82	21,5	15,0	—
rilevate il 16/8/82	23,9	—	15,3
	Sorgo (Rubino)		
Prod. granella q · ha ⁻¹ (U = 13%)	73,4 a	68,8 a	71,5 a
Panicoli: n · m ⁻² : n.	34,3 a	36,3 a	36,4 a
Altezza piante: cm	162 a	155 b	160 ab
Peso 1000 semi: g	25,7 a	23,4 b	26,4 a
Differenze produttive fra Test e le varie tesi: %		-6,2	-2,5
Umidità del terreno: %			
rilevata il 13/7/82	21,8	17,2	—
rilevata il 16/8/82	21,0	—	17,6

105° giorno dalla semina in relazione, verosimilmente, alla maggiore resistenza incontrata dal flusso idrico nella pianta a causa dell'inizio della senescenza (Feres, 1978).

I valori del Ψ fogliare rilevati nel controllo durante tutto il ciclo di sviluppo nelle ore di massima intensità di radiazione, imputabili alla richiesta evapotraspirativa dell'atmosfera, sono da ritenersi bassi se si considera che la maggior parte degli Autori riporta, per il mais, valori di soglia compresi tra -1,0 e -1,2 MPa in corrispondenza dei quali inizia la chiusura degli stomi con conseguente rallentamento degli scambi gassosi.

Ciò potrebbe spiegare, in parte, le non elevate produzioni conseguite anche nelle parcelle di controllo.

Il valore del potenziale osmotico nel periodo precedente la emissione dell'infiorescenza maschile è variato da -1,4 MPa a -1,5 MPa ed ha raggiunto -2,1 MPa durante la fase di maturazione latte, quindi è risalito sino ad eguagliare il valore del potenziale fogliare, con conseguente annullamento della componente di pressione il 105° giorno dalla semina.

La componente di pressione, durante il ciclo biologico, segue grosso modo, le variazioni climatiche espresse dai valori di evaporazione registrati con vasca di classe "A", tranne che nell'ultimo periodo (dopo il 92° giorno dalla semina) in quanto maggiormente influenzata dalla senescenza delle foglie.

Nelle tesi in cui sono stati sospesi gli adacquamenti, in corrispondenza dei periodi di deficit idrici imposti, il potenziale fogliare ha raggiunto il valore minimo di -1,7 MPa nella tesi "Stress L" e di -1,6 MPa nella tesi "Stress ML" per poi risalire, col ripristino degli adacquamenti, ai valori rilevati nella tesi controllo.

Come conseguenza degli andamenti del Ψ fogliare e di quello osmotico, il Ψ_p rilevato nelle tesi "Stress L" e "Stress ML" alla fine del periodo di carenza idrica è diminuito rispetto al controllo di 0,34 MPa e 0,24 MPa e, al ristabilirsi delle condizioni di umidità nel terreno, si è prontamente riportato ai valori normali.

Nel sorgo il potenziale fogliare rilevato nel controllo, nel periodo antecedente la fioritura, si è mantenuto intorno ad un valore medio -1,3 MPa; in seguito è risalito raggiungendo il valore massimo di -1,0 MPa al 98° giorno dalla semina. Il potenziale osmotico ha seguito l'andamento del potenziale fogliare tenendo quasi uniforme lo scostamento da questo per tutta la stagione e conseguentemente il Ψ_p ha oscillato tra +0,3 e +0,2 MPa.

Nella tesi "Stress L" il Ψ fogliare ha raggiunto un valore minimo di -1,7 MPa alla fine del periodo di stress (57° giorno dalla semina) e nello stesso giorno il Ψ_s è risultato di -1,9 MPa. Il Ψ_p si è mantenuto intorno a valori di +0,2 MPa. Nella tesi "Stress ML", il valore minimo raggiunto dal Ψ fogliare è stato di -1,3 MPa con un corrispondente valore di Ψ_s pari a -1,5 MPa. In tale periodo il Ψ_p è sceso a circa +0,2 MPa.

Discussione

Osservazioni sui parametri utilizzati per caratterizzare lo stato idrico delle piante.

Il potenziale idrico delle foglie (Ψ) considerata

l'importanza che assume nel determinare, attraverso la pianta, il flusso idrico dal terreno all'atmosfera è stato utilizzato, soprattutto negli ultimi anni, come indicatore dello stato idrico delle piante e di conseguenza, spesso, come unico parametro su cui basarsi negli studi sulle reazioni metaboliche e fisiologiche dei vegetali in risposta a stati di carenza idrica. Ciò nonostante da molti risultati sperimentali appare sempre più evidente che gli effetti della diminuzione del potenziale sulla pianta "di per sé" non sono sempre manifesti; in molte specie mesofite gli effetti della riduzione del Ψ sull'accrescimento, per esempio, possono venire attenuati se le piante riescono a mantenere, attraverso diversi meccanismi, il proprio turgore inalterato.

Queste osservazioni sperimentali sono avvallate da considerazioni teoriche in base alle quali la riduzione dell'attività chimica dell'acqua nel metabolismo cellulare è di appena 1,5% in piante sottoposte a severi stati di stress (Bradford, 1982). Nella presente ricerca sono stati rilevati, nelle due specie, durante il periodo antecedente l'antesi nella tesi "Stress L" (fig. 1), valori pressoché uguali del Ψ fogliare, da -1,2 a -1,6 MPa, ma il sorgo è riuscito ad "adattarsi" alle condizioni di carenza idrica mantenendo quasi inalterato il Ψ_p che, per contro, nel mais è diminuito notevolmente determinando una riduzione dell'intensità dell'accrescimento, evidenziata tra l'altro, da una minore altezza delle piante rispetto al controllo (tab.1)

Il meccanismo con il quale il sorgo, nonostante la caduta del Ψ fogliare, riesce a mantenere pressoché inalterato il proprio turgore (fig. 1) e quindi i processi di distensione e di divisione cellulare caratteristici di tale fase fenologica (accrescimento), è da ricercare verosimilmente nella maggiore capacità che tale specie ha di "aggiustarsi osmoticamente" (Feres *et al.*, 1978).

Da quanto esposto risulta evidente, quindi, che in alcuni casi, e soprattutto quando si vogliono studiare fenomeni quali l'accrescimento, non è tanto la diminuzione del Ψ idrico fogliare ma quella del Ψ_p più direttamente responsabile degli effetti negativi conseguenti ad uno stato di carenza idrica.

Relazione tra stato idrico delle piante e produzione

Dalla tabella 1 risulta come la diminuzione della produzione delle tesi "Stress L" e "Stress ML" del mais, rispetto al controllo, pari al 20 e 22% rispettivamente, sia superiore a quella del sorgo.

Nel sorgo, infatti, come evidenziato nella figura 1, la diminuzione della componente di pressione del Ψ fogliare, come conseguenza degli stress idrici imposti, è di appena 0,08 MPa nella tesi "Stress L" e 0,09 MPa nella tesi "Stress ML"; nel mais, per contro, la perdita di turgore è stata più marcata e pari a 0,34 MPa e 0,26 MPa rispettivamente.

Il fatto che il sorgo abbia mantenuto quasi inalterato il proprio turgore spiegherebbe la simile risposta produttiva tra le tesi in studio.

Dall'analisi dei valori dell'umidità del terreno, rilevati con metodo gravimetrico, nelle tesi "Stress L" e "Stress ML" si è notata una costante anche se non elevata differenza (~ 2%) dei valori umidometrici per lo strato di terreno 0-40 cm in favore delle parcelle

di sorgo rispetto a quelle di mais durante i periodi di stress. Ciò potrebbe far sorgere qualche dubbio circa la validità delle affermazioni sopra riportate. Si potrebbe infatti ipotizzare che il diverso comportamento del sorgo rispetto al mais si debba attribuire semplicemente al più alto livello di umidità del terreno nelle parcelle del sorgo. Peraltro, come si rileva dalle variazioni dei valori del potenziale di turgore del sorgo e del mais in funzione del potenziale del terreno valutato in base alla metodologia precedentemente descritta (fig. 2), appare evidente la capacità del sorgo, una volta raggiunto un determinato valore del Ψ idrico del terreno ($\Psi_t = -0,33$ MPa), di reagire ad ulteriori riduzioni mantenendo quasi costante la componente di turgore del potenziale idrico delle foglie. Nel mais, pur essendo stato esplorato un campo di variazione del Ψ idrico del terreno più ristretto ($-0,31$; \div $-0,42$ MPa), nella migliore delle ipotesi, supponendo un andamento del tratto 2-3 parallelo all'asse delle ascisse, l'inizio dei processi di adattamento e quindi del mantenimento del turgore avverrebbe sempre in corrispondenza di un potenziale idrico del terreno più basso rispetto al sorgo.

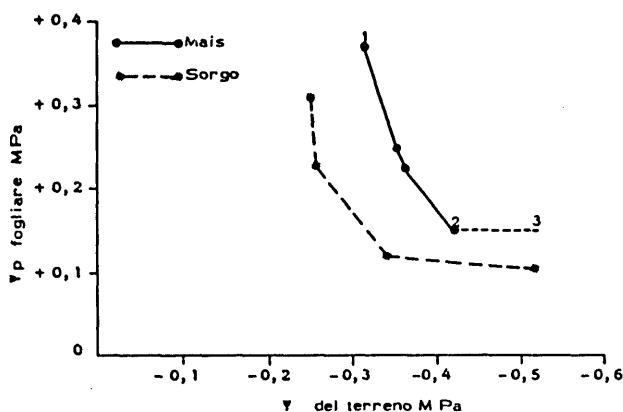


Fig. 2 - Relazione tra il Ψ_p delle foglie ed il Ψ idrico del terreno.

Fig. 2 - Relationship between leaf Ψ_p and soil Ψ .

La diversa capacità delle due specie di mantenere il proprio turgore durante il periodo dell'accrescimento è messa in evidenza anche dalla relazione tra la componente di pressione e il potenziale totale delle foglie (fig. 3).

Nel mais, il Ψ_p decresce linearmente con il diminuire del potenziale fogliare e si annulla al valore di $\Psi = -1,6$ MPa. Per quanto riguarda il sorgo, la relazione $\Psi_p - \Psi$ risulta di 3° ordine. L'interpretazione dei dati porterebbe a concludere che il sorgo è stato capace di mantenere quasi inalterato il proprio turgore nell'intervallo del potenziale fogliare compreso tra $-1,1$ e $-1,6$ MPa, confermando i risultati di Hsiao *et al.* (1976 b), che in un'analogia esperienza hanno trovato valori compresi tra $-1,0$ e $-1,6$ MPa.

Con l'ulteriore diminuzione del Ψ fogliare la capacità di mantenere il turgore però decresce con una certa rapidità per cui il valore del Ψ fogliare in corrispondenza del quale la componente di turgore si annulla ($\Psi_p = 0$) risulta nel sorgo di $-1,9$ MPa durante il periodo precedente la fioritura.

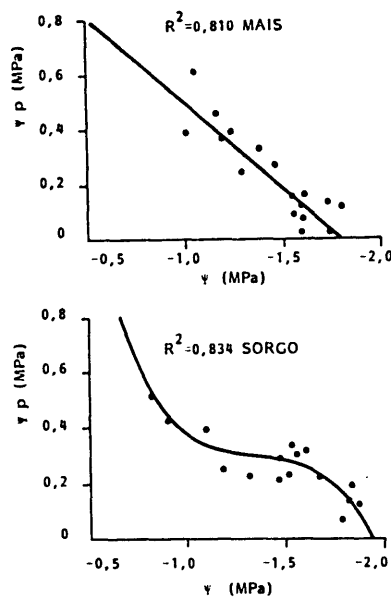


Fig. 3 - Relazioni tra il Ψ_p ed il Ψ fogliare.

Fig. 3 - Relationships between Ψ_p and leaf Ψ .

Conclusioni

Dall'esame dei dati produttivi delle due specie, si evidenzia una diversa risposta del sorgo rispetto al mais quando, durante il ciclo vegetativo, si verificano condizioni temporanee di deficienza idrica nel terreno. Vengono così confermati i risultati di numerose prove sperimentali e l'opinione comune della maggiore capacità di adattamento del sorgo a situazioni di stress idrico.

La capacità del sorgo di "adattarsi" a prolungate o temporanee sfavorevoli condizioni idriche del terreno, che emerge sia dai dati produttivi che dall'analisi dei parametri fisiologici presi in considerazione, sarebbe da ascrivere al fatto che questa specie è in grado di mantenere attraverso meccanismi di aggiustamento osmotico (Fereris, 1978) un adeguato livello di turgore cellulare.

Si deduce, inoltre, che nel mais, in situazioni climatiche e di terreno simili a quelle in cui si è operato, qualora ci si dovesse trovare in condizioni di scarsa disponibilità di acqua irrigua, sia indifferente sospendere le erogazioni idriche o durante la fase di levata o di maturazione lattea. Tale criterio però, si ritiene non applicabile se la destinazione della coltura del mais fosse quella dell'utilizzazione a maturazione cerosa. Infatti, stress idrici durante la fase di accrescimento vegetativo comportano una notevole riduzione dell'altezza ed in ultima analisi della massa verde. In quest'ultimo caso, quindi, è preferibile far coincidere il momento del risparmio idrico nella fase di maturazione lattea.

È da notare infine, che in condizioni ottimali di disponibilità idrica il mais ha riconfermato la sua superiorità produttiva nei confronti del sorgo.

Ricevuto 9.8.1985

Bibliografia

BERNSTEIN, L., 1961. *Osmotic adjustment of plants to saline media. I. Steady state.* Am. J. Bot., 48, 909-918.

- BERNSTEIN, L., 1963. *Osmotic adjustment of plants to saline media. II. Dynamic phase.* Am. J. Bot., 50, 360-370.
- BOYER, J.S., 1967. *Matric potentials of leaves.* Plant Physiol, 42, 213-217.
- BOYER, J.S., 1972a. *Use of isopiestic technique in thermocouple psychrometry. II. Construction.* Psychrometry in water relations research. Proceedings of the symposium on thermocouple psychrometers. Utah State University, 1972, 98-102.
- BOYER, J.S., 1972b. *Use of isopiestic technique in thermocouple psychrometry. I. Theory.* Psychrometry in water relations research. Proceedings of the symposium on thermocouple psychrometers. Utah agricultural experiment station, Utah State University, 1972, 51-55.
- BRADFORD, K.J. e HSIAO, T.C., 1982. *Physiological responses to moderate water stress.* Encyclopedia of plant physiology. New Series Volume 12 B.
- CUTLER, J.M. e RAINS, D.W., 1977. *Effects of irrigation history on responses of cotton to subsequent water stress.* Crop Sci., 17, 329-335.
- FERERES, E., ACEVEDO, E., HENDERSON, D.W. e HSIAO, T.C., 1978. *Seasonal Changes in Water Potential and Turgor Maintenance in Sorghum and Maize under Water Stress.* Physiol Plant, 44, 261-267.
- HSIAO, T.C., FERERES, E. e HENDERSON, D.W., 1976a. *Water stress and dynamics of growth and yield of crop plants.* In "Water and Plant Life" (Lange O.L., Kappen L. and Schulze E.D., eds.), Springer-Verlag, Berlin and New York, 281-305.
- HSIAO, T.C., ACEVEDO, E., FERERES, E. e HENDERSON, D.W., 1976b. *Water stress, growth and osmotic adjustment.* Phil. Trans. R. Soc. Lond. B. 273, 479-500.
- MILLER, E.C., 1916. *Comparative studies of the root system and leaf areas of corn and the sorghum.* J. Agric. Res., 6, 311-332.
- RICHTER, H., 1976. *The water status in the plant experimental evidence.* in "Water and Plant Life". (Lange O.L., Kappen L. and Schulze E.D., eds.), Springer-Verlag, Berlin and New York, 42-58.
- SOKAY, A. e YOSHIDA, S., 1967. *Survival of plant tissue at superlow temperature. VI. Effect fo cooling and rewarming rates on survival.* Plant Physiol, 42, 1695-1701.
- WEIBE, H.H., 1966. *Matric potential of several plant tissues and biocolloids.* Plant Physiol., 41, 1439-1442.