



UnissResearch



Università degli studi di Sassari

Papa, Roberto; Attene, Giovanna; Veronesi, Fabio (1993) *Tolleranza a stress salini in germoplasma sardo di orzo (Hordeum vulgare L.)*. Rivista di agronomia, Vol. 27 (4), p. 497-503. ISSN 0035-6034.

<http://eprints.uniss.it/4625/>

**ROBERTO PAPA - GIOVANNA ATTENE  
FABIO VERONESI**

**TOLLERANZA A STRESS SALINI  
IN GERMOPLASMA SARDO DI ORZO  
(*HORDEUM VULGARE L.*)**

**edagricole** 

Estratto dalla Rivista di « AGRONOMIA »  
Anno XXVII - n. 4 - ottobre-dicembre 1993

# Tolleranza a stress salini in germoplasma sardo di orzo (*Hordeum vulgare* L.)<sup>(1)</sup>

Roberto Papa, Giovanna Attene e Fabio Veronesi<sup>(2)</sup>

## Riassunto

La Sardegna è una fra le regioni italiane in cui la presenza di terreni salini è più frequente. A questa forma di stress salino si accompagna spesso l'azione dei venti che trasportano acqua marina in sospensione inducendo uno stress salino per via fogliare. Nel Sinis, una penisola della Sardegna centro-occidentale, entrambe le forme di stress salino sono presenti. Qui l'orzo (*Hordeum vulgare* L.) è molto coltivato e generalmente sono utilizzate delle popolazioni locali adattate alle condizioni pedoclimatiche della zona. Scopo del presente lavoro è lo studio della risposta a entrambe le forme di stress salino, per via radicale e per via fogliare, in due genotipi («Sinis 0/27» e «Sinis 0/28») estratti da una popolazione di orzo polistico collezionata nella penisola del Sinis a confronto con due varietà note per la loro tolleranza alla salinità del terreno, «California Mariout 67» e «Sunbar 400». I risultati ottenuti indicano la possibilità, per quanto riguarda l'orzo, di distinguere fra una tolleranza allo stress salino dovuto all'assunzione di sale per via radicale e una tolleranza allo stress salino causato dall'assorbimento di sale per via fogliare che fino a oggi è stata riscontrata solamente in specie di non elevato interesse agronomico che tendono a colonizzare gli ambienti costieri. I due genotipi del Sinis valutati, in particolare «Sinis 0/27», sono risultati dotati di una buona capacità di tollerare lo stress salino applicato per via fogliare grazie al loro specifico adattamento. Ciò indica l'importanza dell'utilizzazione di germoplasma adattato nel miglioramento genetico per ambienti caratterizzati dalla presenza di stress salini.

*Parole chiave:* *Hordeum vulgare* L., germoplasma adattato, salinità via radicale, salinità via fogliare.

## Summary

### TOLERANCE TO SALINITY STRESSES IN SARDINIAN BARLEY (*HORDEUM VULGARE* L.) GERMPLASM

Sardinia is one of the Italian regions where the salty soil is most frequently found. Soil borne salinity often occurs together with air borne salinity due to the effects of the salty wind. In Sinis, a peninsula located in Central Western Sardinia, both types of salinity stress are present. In this area barley is widely cultivated and many farmers generally prefer to grow local populations which are well adapted to local environmental conditions. The aim of the research was to characterize the responses to both types of salinity stress (via root and via leaf) of two genotypes («Sinis 0/27» and «Sinis 0/28») extracted from a local Sinis population of six-row barley, and compare them with two varieties, «California Mariout 67» and «Sunbar 400», well known to be salt tolerant to soil borne salinity. The results showed that in barley differences in the effects of salt absorbed via the root vs foliar uptake exist, together with genetic diversity for air borne salinity tolerance which is usually found only in coastal and cliff species. In particular the Sinis genotypes appeared to be tolerant to salty spray due to their specific adaptation. According to these results, the use of adapted germplasm seems to be worthwhile in breeding programs which are aimed at the synthesis of varieties suitable for areas where salinity stresses frequently occur.

*Key words:* *Hordeum vulgare* L., adapted germplasm, soilborne salinity, air-borne salinity.

---

<sup>(1)</sup> Comunicazione presentata al XXVI Convegno annuale della SIA su «Fisiologia delle piante in formazione agraria». Udine, 22-25 settembre 1992. Ricerca realizzata nell'ambito del progetto MURST 60% «Ottenimento di varietà di orzo adattate all'ambiente mediterraneo» presso l'Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee dell'Università degli Studi di Sassari. Responsabile della ricerca Dott. Giovanna Attene.

<sup>(2)</sup> Laureando di ricerca e Ricercatore confermato presso l'Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee dell'Università degli Studi di Sassari i primi due Autori, Professore straordinario di Genetica agraria presso il Dipartimento di Biotecnologie Agrarie e Ambientali dell'Università degli Studi di Ancona il terzo Autore. Il lavoro è da attribuirsi in parti uguali ai tre Autori.

## Introduzione

La Sardegna è una fra le regioni italiane in cui la presenza di terreni salsi è più frequente; nella generalità dei casi la salinità di questi terreni si origina da infiltrazioni di acqua marina e dalla deposizione del sale portato dai venti provenienti dal mare. In Sardegna infatti i terreni che presentano un eccesso di sale nella soluzione circolante si trovano lungo le coste, e la salinità dei terreni è determinata dai livelli di concentrazione del solo NaCl (Rotini e Carloni, 1974). Sono anche frequenti fenomeni di stress salino dovuti all'acqua marina portata in sospensione dai venti, che va a depositarsi, oltretutto sul terreno, sulla parte aerea delle piante.

Una serie di studi hanno dimostrato che la capacità di tollerare lo spray salino è di notevole importanza nella distribuzione e composizione della flora che colonizza le coste (Malloch, 1972; Goldsmith, 1973; Barbour e DeJong, 1977). Ahamad e Wainwright (1976) hanno inoltre individuato in due cloni di *Agrostis stolonifera* L., uno proveniente da una zona costiera e un altro da una zona interna, differenze genetiche per la tolleranza allo stress salino indotto per via fogliare.

Nella penisola del Sinis (Sardegna centro-occidentale) alla salinità del terreno si accompagna la presenza di venti dominanti che spirano da occidente ricchi di acqua marina in sospensione. In questa penisola l'orzo (*Hordeum vulgare* L.) è largamente coltivato e in particolare sono coltivate delle popolazioni locali, generalmente polistiche, adattate alle condizioni pedoclimatiche della zona.

La caratterizzazione di una di queste ha messo in luce la presenza di una notevole variabilità genetica per caratteri agronomici e morfologici. Detta popolazione è costituita da un miscuglio di numerosi genotipi la cui produttività media è risultata equivalente a quella delle varietà di orzo consigliate per gli ambienti dell'Isola (Attene e Veronesi, 1991). Fra i vari genotipi che la compongono sono state inoltre messe in evidenza differenze relative alla tolleranza alla salinità applicata per via radicale (Attene *et al.*, 1991).

Su queste basi l'Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee dell'Università degli Studi di Sassari ha ritenuto di procedere alla valutazione della risposta a stress salini di due genotipi estratti dalla popolazione locale del Sinis sopra indicata ponendoli a confronto con due varietà monogenotipiche note per la loro tolleranza alla salinità del terreno. Il principale obiettivo del presente lavoro è stato quello di dare risposta alle seguenti domande:

1) esiste in orzo la possibilità di distinguere l'effetto dello stress salino indotto per via fogliare da quello per via radicale?

2) i genotipi estratti dalla popolazione locale del Sinis presentano particolari capacità di tollerare lo spray salino, in funzione del loro specifico adattamento?

## Materiali e metodi

Nel presente lavoro vengono riportati e discussi i risultati di due diversi esperimenti in entrambi i quali sono state utilizzate le varietà monogenotipiche «Sunbar 400» (indicata come «Sunbar») e «California

Mariout 67» (indicata come «CM67»), considerate fra quelle fisiologicamente più tolleranti alla salinità (Epstein *et al.*, 1980; Schaller *et al.*, 1981; Gorham *et al.*, 1990) anche se non dotate di caratteristiche agronomiche di pregio e due linee monogenotipiche ottenute a partire dalla popolazione locale, «Sinis 0/27» e «Sinis 0/28» (indicate come «Sinis 27» e «Sinis 28»).

## Primo esperimento

Il 13 gennaio 1992 tutti i materiali sono stati seminati in vasche idroponiche all'interno di una serra fredda presso l'azienda sperimentale di Ottava (SS) dell'Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee dell'Università degli Studi di Sassari. Come substrato inerte è stato utilizzato del basalto non bolloso che riempiva 16 vasche della capacità di 300 litri. La soluzione nutritiva, disposta in cisterne interrate di 180 litri e utilizzata per irrigare giornalmente le vasche idroponiche, veniva rinnovata ogni 20 giorni. Al fine di garantire una emergenza regolare e uniforme, le cariossidi prima di essere seminate sono state fatte germinare in capsule Petri. In ogni vasca erano disposte sei file di 14 piante. Le quattro file centrali venivano utilizzate ognuna per i materiali a confronto mentre le due file laterali fungevano da bordi, così come la 1<sup>a</sup> e la 14<sup>a</sup> pianta di ogni fila. Come schema sperimentale è stato adottato una parcella suddivisa con 4 repliche, destinando la parcella intera alle tesi saline e la sub-parcella ai genotipi. In tutte le vasche allo stadio di terza foglia è stato aggiunto NaCl fino a portare la soluzione nutritiva alla conducibilità di 5 mmho cm<sup>-1</sup> (Shannon, 1984, indica che l'orzo non subisce decrementi in produzione fin quando la conducibilità della soluzione nutritiva è inferiore a 8 mmho cm<sup>-1</sup>).

Delle sedici vasche di cui si disponeva, quattro sono state utilizzate come controllo;

su quattro vasche (Tesi I<sub>1</sub>S<sub>0</sub>) sempre allo stadio di terza foglia è stato aggiunto un ulteriore quantitativo di NaCl fino a portare la conducibilità a 20 mmho cm<sup>-1</sup>;

le piante presenti in altre quattro vasche (Tesi I<sub>0</sub>S<sub>1</sub>) sono state allevate in presenza della stessa soluzione idroponica utilizzata per il controllo (EC = 5 mmho cm<sup>-1</sup>) e, dopo 10 giorni dalla aggiunta di NaCl alla soluzione, le piante sono state irrorate, mediante un nebulizzatore, con acqua di mare prelevata nella località di Stintino (SS) che presentava una conducibilità di 54,5 mmho cm<sup>-1</sup>. Il trattamento spray è stato eseguito due volte alla settimana per un periodo complessivo di cinque settimane. Una pacciamatura di film plastico ha impedito che l'acqua marina venisse a contatto con la base delle piante. Identica pacciamatura è stata adottata anche per le vasche delle altre tesi e del controllo;

nelle restanti quattro vasche (Tesi I<sub>1</sub>S<sub>1</sub>), quando le piante hanno raggiunto lo stadio di terza foglia, è stato aggiunto NaCl alla soluzione nutritiva come nella tesi I<sub>1</sub>S<sub>0</sub> (EC = 20 mmho cm<sup>-1</sup>) e le piante sono state irrorate con acqua di mare con modalità e tempi identici a quelli attuati per la tesi I<sub>0</sub>S<sub>1</sub>. Su tutti i materiali alla maturazione di morte è stata rilevata la produzione di granella e di paglia (g pianta<sup>-1</sup>). Sia per la produzione di paglia che di granella, è stato calcolato per ciascun genotipo un indice di tolleranza relativa o fisiologica come rapporto fra le produzioni delle tesi stressate e quella del rispettivo controllo (Shannon, l.c.; Subha-

shini e Reddy, 1989). Gli indici così ottenuti, relativi alle tesi  $I_1S_0$ ,  $I_0S_1$  e  $I_1S_1$  sono stati sottoposti ad analisi statistica.

### Secondo esperimento

In questo esperimento sessanta piante sono state allevate all'aperto in vaso, presso l'azienda sperimentale di Ottava. La semina è stata effettuata il 4 febbraio del 1992 previa germinazione delle cariossidi in capsule Petri. Dopo un mese dalla germinazione, una volta ogni due giorni, per 10 giorni, sono stati eseguiti tre diversi trattamenti spray (venti piante per trattamento) utilizzando acqua distillata come controllo e soluzioni di NaCl con conducibilità di  $20 \text{ mmho cm}^{-1}$  (Tesi 20) e  $50 \text{ mmho cm}^{-1}$  (Tesi 50) rispettivamente. Come schema sperimentale è stato adottato una parcella suddivisa con 5 repliche, destinando la parcella intera ai trattamenti spray e la sub-parcella ai genotipi. Durante i trattamenti veniva impedito alla soluzione di NaCl di penetrare nel terriccio che riempiva i vasi ponendo alla base delle piante del film plastico, avvolgendo la base dei culmi con cotone idrofilo e disponendo orizzontalmente le piante. Dopo una settimana dall'ultimo trattamento è stata eseguita la raccolta delle piante, sulle quali è stata misurata la lunghezza (cm) e la larghezza (cm) di tutte le lamine fogliari e di tutte le porzioni disseccate e è stata calcolata l'area fogliare totale e disseccata ( $\text{cm}^2 \text{ pianta}^{-1}$ ). L'area verde è stata determinata in base alla differenza tra le aree fogliari totale e disseccata, è stato inoltre calcolato il rapporto fra area verde e area totale.

Alla raccolta sono stati prelevati tre campioni di lamine fogliari per pianta; sul succo cellulare estratto secondo la procedura descritta da Gorham e Wyn Jones (1984) è stata eseguita la determinazione dell'osmolalità utilizzando un osmometro Wescor VP 5500 e della concentrazione di Na e di K utilizzando uno spettrofotometro ad assorbimento atomico Perkin-Elmer mod. 372. La determinazione della concentrazione del K nei succhi cellulari è stata eseguita poiché la tolleranza alla salinità dovuta al NaCl è in parte legata alla capacità di ritenzione del potassio (Greenway e Munns, 1980).

### Risultati e discussione

#### Primo esperimento

L'analisi della varianza condotta sull'indice di tolleranza fisiologica relativo alle produzioni di granella e di paglia per pianta ha fornito i seguenti risultati: significatività dell'interazione «trattamenti × genotipi» per il carattere produzione di granella; significatività delle fonti di variazione «trattamenti» e «genotipi» per il carattere produzione di paglia.

La dimostrazione grafica dell'interazione «trattamenti × genotipi» è riportata nella Figura 1. In corrispondenza dello stress imposto per sola via radicale ( $I_1S_0$ ), «Sunbar» e «CM67» hanno dimostrato la loro elevata tolleranza con indici di 0,93 e 0,91 rispettivamente; «Sinis 27» non ha differito significativamente da «Sunbar» e «CM67» presentando un indice di 0,71 mentre «Sinis 28», con un indice di 0,6 è risultato significativamente meno tollerante dei primi due geno-

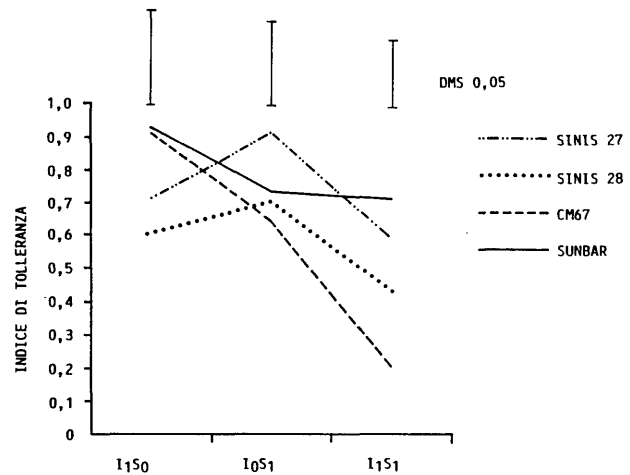


Fig. 1 - Indici di tolleranza fisiologica per la produzione di granella (interazione «trattamenti × genotipi»).

Fig. 1 - Physiological salt tolerance index for grain yield («treatments × genotypes» interaction).

tipi. L'analisi non ha evidenziato differenze significative tra «Sinis 27» e «Sinis 28». In corrispondenza dello stress imposto per sola via fogliare ( $I_0S_1$ ), «Sinis 27» ha messo in luce una notevole tolleranza con un indice di 0,91; «Sunbar» e «Sinis 28» con indici di 0,72 e 0,70 non hanno differito significativamente da «Sinis 27» mentre «CM67», con un indice di 0,64 è risultato significativamente meno tollerante di «Sinis 27». Considerando i risultati dello stress imposto sia per via radicale che per via fogliare ( $I_1S_1$ ), «Sunbar» e «Sinis 27» con indici rispettivamente di 0,71 e 0,59, non hanno differito significativamente fra loro e sono risultati statisticamente più tolleranti di «CM67» (0,21); «Sinis 28» (0,43) non ha differito significativamente da «Sinis 27», e anch'esso è apparso statisticamente più tollerante di «CM67».

Nel complesso è evidente come i quattro genotipi studiati abbiano messo in luce comportamenti differenti in presenza di stress salini applicati per via aerea o per via radicale. In particolare, «CM67» sembra non essere dotato di elevata tolleranza allo stress aereo essendo però caratterizzato da buona tolleranza allo stress radicale mentre i due genotipi sardi mettono in luce un aumento del livello di tolleranza passando dallo stress radicale a quello aereo. Inoltre, l'applicazione di entrambi gli stress produce risultati assai diversi che passano da un crollo della tolleranza proprio di «CM67» a una certa stabilità negli altri tre genotipi.

Per quanto concerne la produzione di paglia, i genotipi oggetto di studio hanno presentato un indice di tolleranza medio allo stress imposto per via fogliare pari a 0,92 (Fig. 2A), statisticamente superiore a quello messo in luce per la tolleranza allo stress imposto per via radicale (0,61) e a quello imposto sia per via radicale che per via fogliare (0,50). A livello di singoli genotipi, «Sunbar», con un indice di tolleranza medio di 0,84 (Fig. 2B) è risultato statisticamente superiore a «Sinis 27» (0,66), «Sinis 28» (0,64) e «CM67» (0,60). Come evidenziato in Figura 3, nel complesso la salinità applicata per via radicale ( $I_1S_0$ ) ha indotto una riduzione percentuale nella produzione di granella pari al 22%,

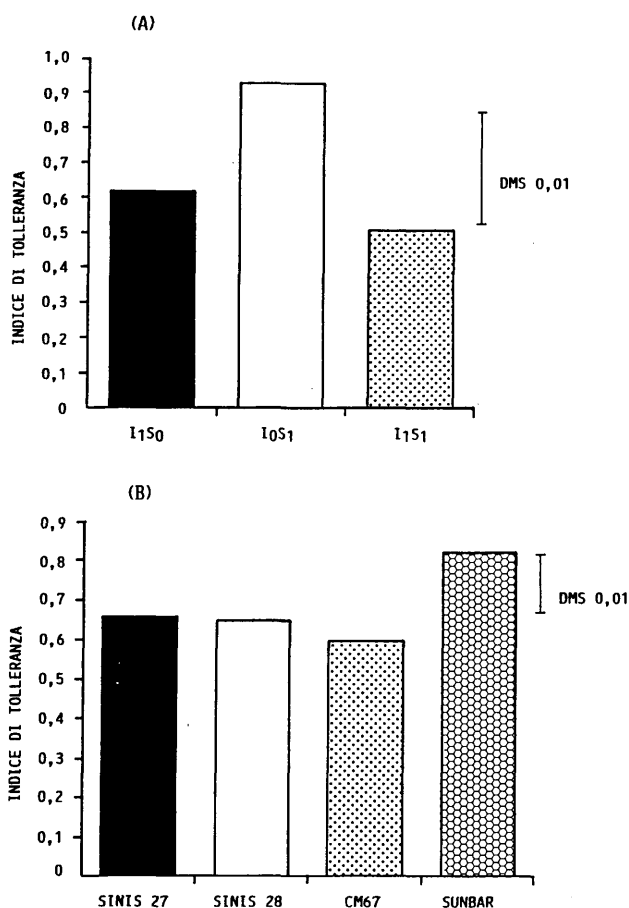


Fig. 2 - Indici di tolleranza fisiologica per la produzione di paglia: effetto medio delle tre situazioni di stress (A) e risposta fisiologica dei quattro genotipi (B).

Fig. 2 - Physiological salt tolerance index for straw yield, treatments (A) and genotypes (B).

inferiore a quella registrata per la produzione di paglia (39%); quando viceversa lo stress salino è stato applicato alla parte aerea delle piante (I<sub>0</sub>S<sub>1</sub>), esso ha indotto una riduzione percentuale pari a 26% per la produzione di granella e a 8% per la produzione di paglia.

Lo stress salino per via fogliare sembra quindi distinguibile da quello per via radicale in relazione al diverso effetto sulla produzione di paglia e di granella. Infatti i risultati ottenuti nel confermare che, come già riportato in bibliografia sia per l'orzo che per altri cereali (Day e Elmigri, 1986; Francois *et al.*, 1988; Prabhakaran e Kulbe, 1990), la salinità del terreno provoca una maggiore riduzione percentuale nella produzione di paglia rispetto alla produzione di granella, evidenziano come, quando i materiali vengono trattati con soluzioni saline per via fogliare si verifica l'opposto, vale a dire un maggior decremento nella produzione della granella rispetto alla paglia.

### Secondo esperimento

L'analisi della varianza condotta sui dati morfologici raccolti 10 giorni dopo la fine del trattamento spray sulle piante irrorate con acqua distillata e con due

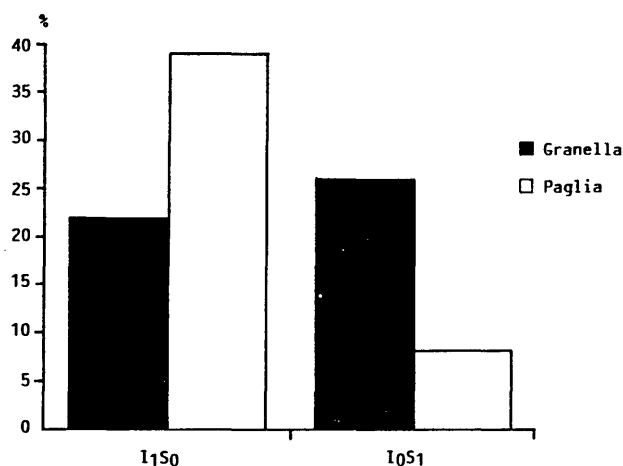


Fig. 3 - Riduzioni percentuali nella produzione di granella e di paglia in funzione dello stress salino applicato.

Fig. 3 - Percentage of reduction in grain and straw yields due to the two types of salt stress.

soluzioni di NaCl (EC = 20 e 50 mmho cm<sup>-1</sup>) ha fornito i seguenti risultati: significatività della fonte di variazione «genotipi» per il carattere area totale delle lamine fogliari; significatività delle fonti di variazione «trattamenti» e «genotipi» per il carattere area verde delle lamine fogliari; significatività dell'interazione «trattamenti × genotipi» per il carattere area disseccata delle lamine fogliari; significatività dell'interazione «trattamenti × genotipi» per il rapporto area verde/area totale delle lamine fogliari.

I risultati dell'analisi sono riportati, sotto forma grafica, nella Figura 4. Per l'area totale (Fig. 4A) «Sinis 27» (134,7 cm<sup>2</sup> pianta<sup>-1</sup>) è risultato differente significativamente da «CM67» (86,6 cm<sup>2</sup> pianta<sup>-1</sup>) e «Sunbar» (69,1 cm<sup>2</sup> pianta<sup>-1</sup>) ma non da «Sinis 28» (109,7 cm<sup>2</sup> pianta<sup>-1</sup>) che, a sua volta, ha differito significativamente da «Sunbar». Risultati sostanzialmente simili sono stati messi in luce per l'area verde (Fig. 4A) con superfici di 93,9 cm<sup>2</sup> pianta<sup>-1</sup> per «Sinis 27», di 67,4 cm<sup>2</sup> per «Sinis 28», di 46,5 cm<sup>2</sup> per «CM67» e di 38,9 cm<sup>2</sup> per «Sunbar». All'aumentare della concentrazione di NaCl nello spray ha corrisposto un calo della superficie verde delle lamine fogliari (Fig. 4B) passata da 73,8 cm<sup>2</sup> pianta<sup>-1</sup> (controllo) a 62,9 cm<sup>2</sup> (EC = 20 mmho cm<sup>-1</sup>) e a 48,5 cm<sup>2</sup> (EC = 50 mmho cm<sup>-1</sup>); tale calo è significativo tra il controllo e la tesi maggiormente stressata.

Per quanto concerne l'area disseccata delle lamine fogliari (Fig. 4C) lo spray salino ha indotto un evidente e significativo aumento di tale area per i genotipi «CM67» (da 25,6 cm<sup>2</sup> pianta<sup>-1</sup> per il controllo a 55,9 cm<sup>2</sup> per la tesi 50) e «Sunbar» (da 15,1 cm<sup>2</sup> pianta<sup>-1</sup> per il controllo a 45,4 cm<sup>2</sup> per la tesi 50) mentre per i genotipi «Sinis 27» e «Sinis 28» l'area disseccata non è aumentata all'aumentare della concentrazione di NaCl della soluzione spray.

Infine il rapporto della porzione di area verde sull'area totale delle lamine fogliari delle piante (Fig. 4D) si è ridotto in funzione dell'aumento di concentrazione di NaCl della soluzione spray con una intensità diversa nei vari genotipi esaminati: la maggiore contrazione del rapporto si registra per «CM67» che è passato

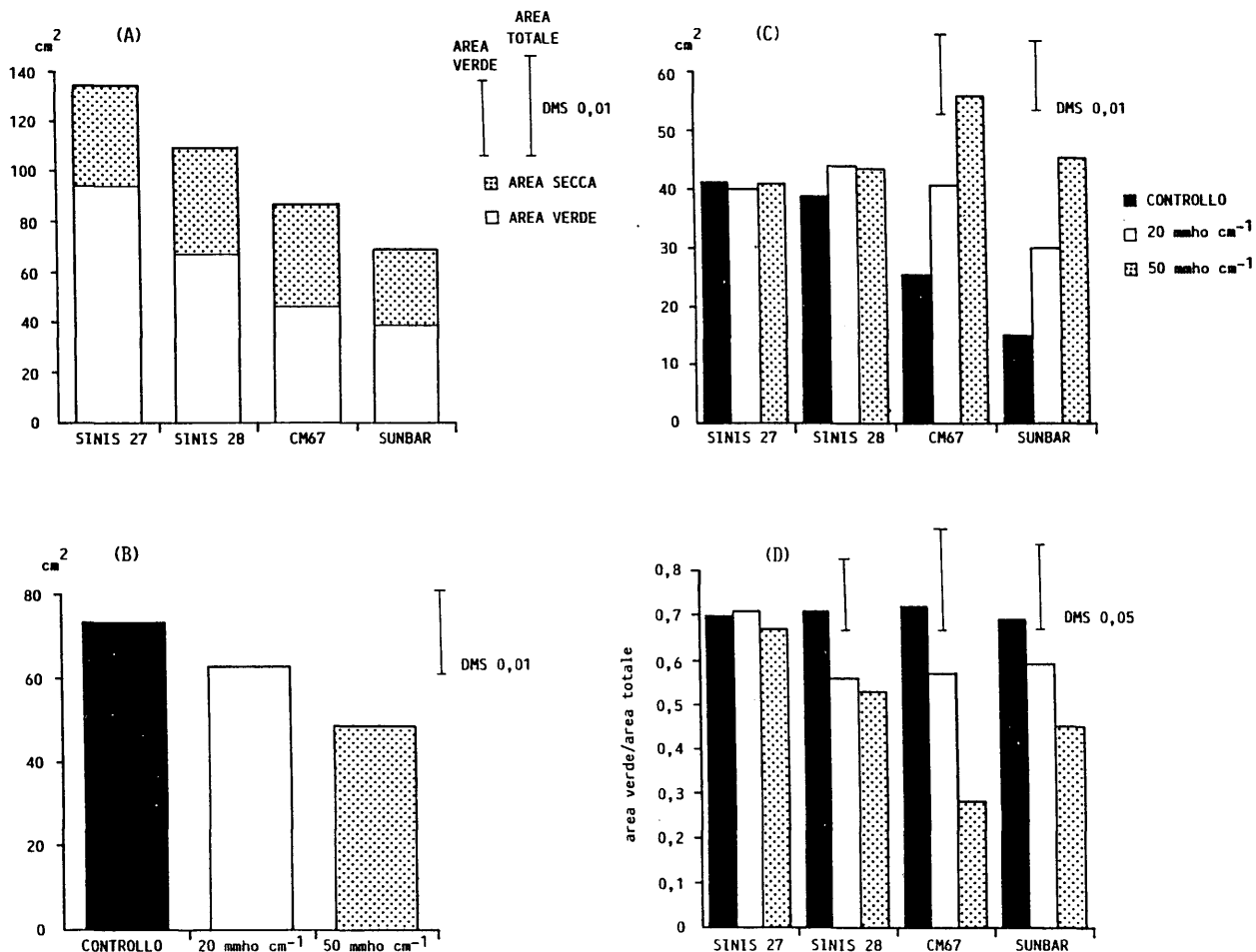


Fig. 4 - Area fogliare totale (verde + secca) dei genotipi (A); area fogliare verde fra i trattamenti (B); area fogliare disseccata (interazione «treatments × genotypes») (C); rapporto fra area fogliare verde e area totale (interazione «treatments × genotypes») (D).

Fig. 4 - Total leaf area (green + desiccated) among genotypes (A); green leaf area between treatments (B); desiccated leaf area («treatments × genotypes» interaction) (C); ratio of green leaf area to total leaf area («treatments × genotypes» interaction) (D).

da un valore di 0,72 nel controllo a un valore di 0,28 nella tesi con  $EC = 50 \text{ mmho cm}^{-1}$  e la minore, peraltro non significativa, per «Sinis 27» che è passato da un valore di 0,70 nel controllo a un valore di 0,67 nella tesi 50.

L'analisi della varianza condotta sui dati relativi al contenuto in Na e K, al rapporto K/Na e all'osmolalità dei succhi cellulari ha sempre messo in luce la significatività dell'interazione «treatments × genotypes». I risultati dell'analisi sono riportati, sotto forma grafica, nella Figura 5. Nei quattro genotipi a confronto il contenuto di Na nel succo cellulare (Fig. 5A) è aumentato all'aumentare della concentrazione della soluzione spray con diverso grado di intensità; passando dalla tesi controllo alla tesi con  $EC = 50 \text{ mmho cm}^{-1}$  sono stati evidenziati incrementi di 7,5 8,7 19,2 e di 61 volte in «Sinis 27», «Sinis 28», «Sunbar» e «CM67», rispettivamente. L'elevato contenuto di Na fatto registrare da «CM67» è da mettersi in relazione all'alto grado di danneggiamento mostrato da questo genotipo in tutte le foglie in corrispondenza della tesi 50.

Per quanto concerne il contenuto in K nel succo cellulare (Fig. 5B), le differenze sono risultate meno marcate di quelle messe in luce per il contenuto in Na

e solamente entro «Sinis 27» e «Sinis 28» sono state evidenziate differenze significative fra tesi. All'aumento della concentrazione di NaCl della soluzione spray ha fatto riscontro una forte riduzione nel rapporto K/Na (Fig. 5C), riduzione particolarmente drastica per «Sunbar» e «CM67» che sono passati da un rapporto di 13,2 e 7,45 per il controllo a un rapporto di 0,78 e 0,01 per la tesi 50.

Infine per l'osmolalità (Fig. 5D) mentre i genotipi sardi hanno presentato una sostanziale stabilità («Sinis 27») o un calo non significativo («Sinis 28») in relazione all'aumento di concentrazione di NaCl nella soluzione spray, «Sunbar» e «CM67» hanno messo in luce un aumento che, significativo ma non elevato per «Sunbar», passato dai  $616 \text{ mOsm kg}^{-1}$  del controllo ai  $742$  della tesi 50, è risultato nettissimo per «CM67», passato dai  $729 \text{ mOsm kg}^{-1}$  del controllo ai  $2015$  della tesi 50.

Nel complesso, di particolare interesse appaiono i risultati relativi al contenuto in sodio del succo cellulare che indicano come la tolleranza allo spray salino possa essere messa in relazione alla capacità da parte delle piante di evitare la penetrazione di sodio all'interno delle foglie; di tale capacità sembrano dotati «Sinis 27» e «Sinis 28» e in minore misura «Sunbar»,

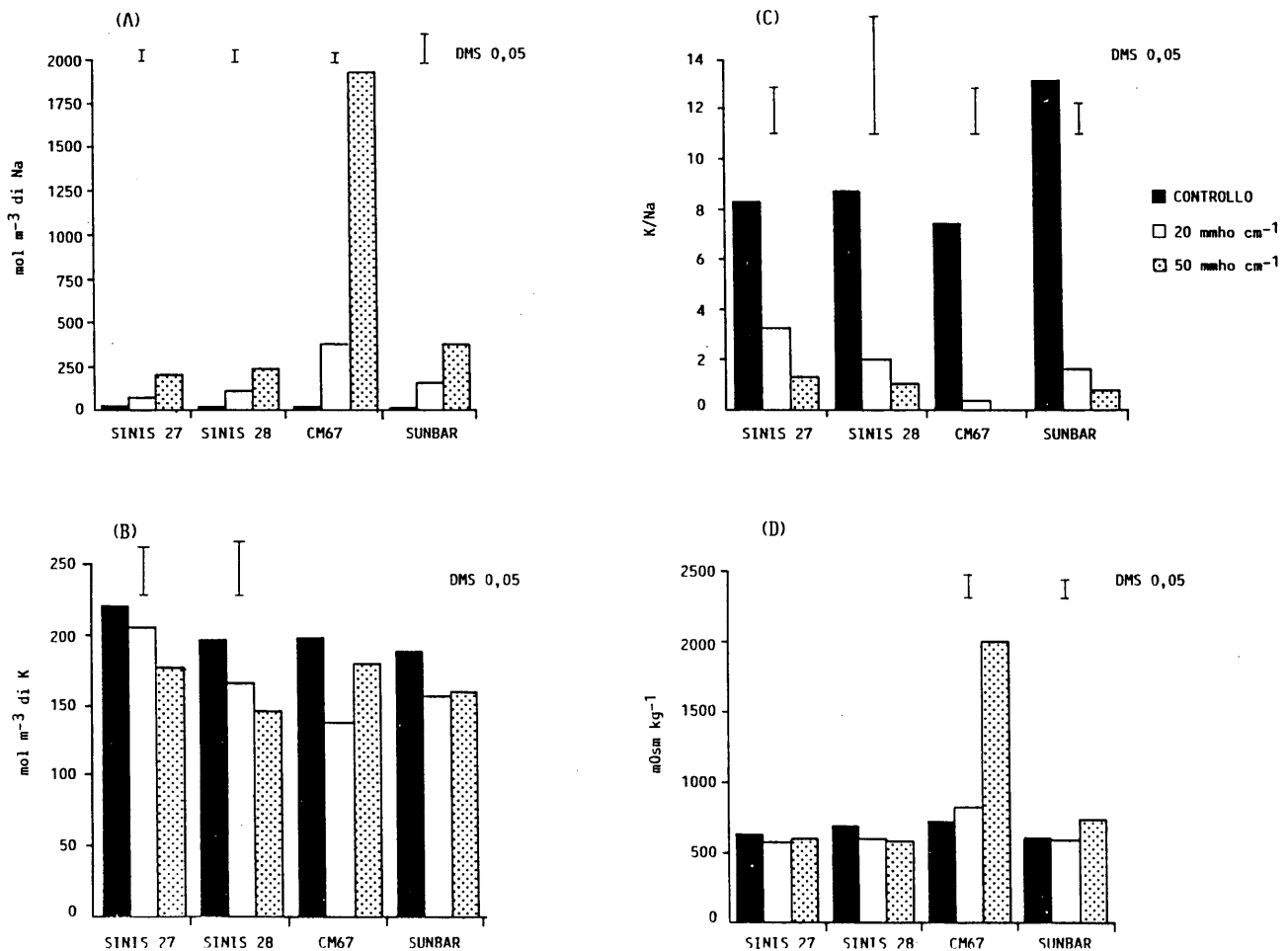


Fig. 5 - Concentrazione di Na (A) e di K (B), rapporto K/Na (C) e osmolalità (D) dei succhi cellulari delle lamine fogliari (interazione «trattamenti × genotipi»).

Fig. 5 - Na (A) and K (B) concentration in leaf blade sap, K/Na ratio (C) and leaf blade sap osmolality (D) («treatments × genotypes» interaction).

quando confrontati con il genotipo «CM67». Sarebbe opportuno accertare se e in che misura in questi materiali la capacità di impedire la penetrazione del sodio all'interno della pianta possa essere, come riportato da Ahmad e Wainwright (l.c.) in *A. stolonifera*, messa in relazione con la presenza di cere extracuticolari. Infatti sia le diverse caratteristiche delle cere che la loro distribuzione influenzano notevolmente la bagnabilità fogliare (Troughton e Hall, 1967). Il diverso comportamento dei genotipi di orzo esaminati potrebbe essere quindi, almeno in parte, dovuto a differenze nella quantità, nel tipo di distribuzione e nella composizione chimica delle cere extracuticolari. La tolleranza allo stress salino applicato per via fogliare sembra essere tuttavia in parte associata anche a meccanismi comuni a quelli di tolleranza allo stress per via radicale. In quest'ottica si può spiegare il comportamento di «Sunbar», dimostratosi nel primo esperimento molto tollerante al trattamento idroponico e caratterizzato da una tolleranza allo spray salino statisticamente non differente da quella messa in luce da «Sinis 27», pur presentando rispetto al genotipo sardo un livello di Na all'interno dei succhi cellulari decisamente più elevato quando sottopo-

sto all'azione spray di soluzioni con conducibilità di 50 mmho cm<sup>-1</sup>.

## Conclusioni

Sulla base dei risultati ottenuti è possibile rispondere affermativamente alle due domande poste nell'introduzione del presente lavoro:

1) in orzo la tolleranza allo stress salino dovuta all'assunzione di sale per via radicale è distinguibile dalla tolleranza allo stress salino causata dall'assorbimento di sale per via fogliare, fenomeno quest'ultimo che fino ad oggi è stato riscontrato solamente in specie di non elevato interesse agronomico che tendono a colonizzare gli ambienti costieri (Ahmad e Wainwright, l.c.; Rozema *et al.*, 1982);

2) i due genotipi del Sinis valutati, in particolare «Sinis 27», sono risultati dotati di interessanti caratteristiche dovute evidentemente al loro specifico adattamento; ciò indica, in analogia a quanto suggerito da Ceccarelli e Grando (1991) per ambienti caratterizzati da bassi livelli di piovosità, l'importanza dell'utilizzazione di germoplasma adattato, in particolare delle



popolazioni localmente coltivate, per il miglioramento genetico rivolto ad ambienti caratterizzati dalla presenza di stress salini.

### Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano il Prof. Mauro Deidda, Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee dell'Università degli Studi di Sassari e il Prof. Giuseppe Rivoira, Dipartimento di Biotecnologie Agrarie e Ambientali dell'Università degli Studi di Ancona, per le proficue discussioni e il prezioso aiuto dato durante la stesura del presente lavoro; ringraziano inoltre il Sig. Mario Deroma, Dipartimento di Ingegneria del Territorio, Università degli Studi di Sassari per il contributo dato durante le determinazioni allo spettrofotometro.

### Bibliografia

- AHMAD, I. e WAINWRIGHT, S.J., 1976. *Ecotype differences in leaf surface properties of Agrostis stolonifera from salt marsh spray zone and inland habitats*. New Phytologist, 76, 361-366.
- ATTENE, G. e VERONESI, F., 1991. *Osservazioni su una popolazione locale sarda di orzo polistico*. Riv. di Agron., XXV, 1, 54-59.
- ATTENE, G., PAPA, R. e MILIA, M., 1991. *Risposte alla salinità di genotipi estratti da una popolazione sarda di orzo (Hordeum vulgare L.)*. In: Stress ambientali nei vegetali, Roma, 27-28 novembre 1990. CNR-IREV, 212-219.
- BARBOUR, M.G. e DEJONG, M., 1977. *Response of West Coast beach taxa to salt spray, sea-water inundation, and soil salinity*. Bulletin of the Torrey Botanical Club, 1, 104, 29-34.
- CECCARELLI, S. e GRANDO, S., 1991. *Environment of selection and type of germplasm in barley breeding for low yielding conditions*. Euphytica, 57, 207-219.
- DAY, A.D. e ELMIGRI, M.R., 1986. *Response of barley genotypes to non-saline and saline environments*. Journal of Arid Environments, 10, 117-125.
- EPSTEIN, E., NORLYN, J.D., RUSH, D.W., KINGSBURY, R.W., KELLEY, D.B., CUNNINGHAM, G.A. e WRONA, A.F., 1980. *Saline culture of crops: a genetic approach*. Science, 210, 608-621.
- FRANCOIS, L.E., DONOVAN, T.J., MAAS, E.V. e RUBENTHALER, G.L., 1988. *Effect of salinity on grain yield and quality, vegetative growth, and germination of Triticale*. Agronomy Journal, 80, 642-647.
- GOLDSMITH, F.B., 1973. *The vegetation of exposed sea cliffs at South Stock, Anglesy*. II. Experimental studies. Journal of Ecology, 61, 812-817.
- GORHAM, J., BRISTOL, A., YOUNG, E.M., WYN JONES, R.G. e KASHOUR, G., 1990. *Salt tolerance in the Triticae: K/Na discrimination in barley*. Journal of Experimental Botany, 41, 1095-1101.
- GORHAM, J. e WYN JONES, R.G., 1984. *Salt tolerance in the Triticae: Leymus sabulosus*. Journal of Experimental Botany, 35, 1200-1209.
- GREENWAY, H. e MUNNS, R., 1980. *Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes*. Annual review of Plant Physiology, 31, 149-187.
- MALLOCH, A.J.C., 1972. *Salt spray deposition on maritime cliffs of Lizard Peninsula*. Journal of Ecology, 60, 103-110.
- PRABHAKARAN NAIR, K.P. e KHULBE, N.C., 1990. *Differential response of wheat and barley genotypes to substrate-induced salinity under north indian conditions*. Experimental Agriculture, 26, 221-225.
- ROVINI e CARLONI, 1974. Citati da SZABOLCS, I., 1989. *Salt-Affected Soils*. CRC Press, Florida, 12-18.
- ROZEMA, J., BIJL, F., DUECK, T. e WESSELMAN, H., 1982. *Salt-spray stimulated growth in strand-line species*. Physiology Plantarum, 56, 204-210.
- SCHALLER, C.W., BERDEGUE, J.A., DENNETT, A., RICHARDS, R.A. e WINSLOW, M.D., 1981. *Screening the world barley collection for salt tolerance*. Barley Genetics IV, Edinburgh, 22-29 July 1981, 389-393.
- SHANNON, M.C., 1984. *Breeding, selection, and genetics of salt tolerance*. In Staples, R.C. e Toenniessen, G.H. (eds.): Salinity tolerance in plants. Strategies for crop improvement. 231-254.
- SUBHASHINI, K. e REDDY, G.M., 1989. *Evaluation of the progeny under stress of regenerated salt tolerant rice*. Journal of Genetics and Breeding, 43, 125-130.
- TROUGHTON, J.H. e HALL, D.M., 1967. *Extracuticular wax and contact angle measurements on wheat (Triticum vulgare L.)*. Australian Journal of Biological Sciences, 20, 509-525.