

R. GNAGNARINI (*), A. PARDOSSI (**), G. SERRATO VALENTI (***)

COMPORAMENTO DEI SEMI POLIMORFI
DI *PROSOPIS TAMARUGO* PHIL.
(*LEGUMINOSAE*) IN MEZZO SALINO

Riassunto — Semi polimorfi di *Prosopis tamarugo* sono stati seminati in mezzo reso salino dall'aggiunta di NaCl o KCl a diversa concentrazione. È stata condotta una elaborazione statistica dei dati tramite interpolazione mediante regressione polinomiale. I grafici riportati dimostrano che la risposta alla salinità dei semi grandi e piccoli è sostanzialmente simile anche se non sovrapponibile.

Abstract — *Behaviour of polymorphic seeds of Prosopis tamarugo Phil. (Leguminosae) under saline conditions.* Polymorphic seeds of *Prosopis tamarugo* have been sowed at different levels of NaCl or KCl salinities. It has been carried out a statistics with polynomial regression interpolation. The graphics show a comparable behaviour of large and small seeds under saline conditions.

Key words — *Prosopis tamarugo*, salinity, seed polymorphism.

INTRODUZIONE

Lo stress salino e i suoi effetti sullo sviluppo delle piante rappresentano un problema di sempre maggiore importanza per la vastità e per la crescente estensione di aree terrestri affette da salinità. In esse si verificano perdite considerevoli non solo nelle rese colturali ma, soprattutto, nelle superfici coltivabili (FLOWERS *et alii*, 1977). L'introduzione di piante alofite potrebbe costituire un mezzo per la bonifica di tali ambienti (FLOWERS e YEO, 1986). Sotto questo profilo le specie appartenenti al genere *Prosopis* assumono particolare interesse. Nelle condizioni naturali, infatti, tali specie vivono

(*) Via Braniga 31/B, 16157 Genova.

(**) Dipartimento di «Biologia delle piante agrarie», Università, Viale delle Piagge 23, Pisa.

(***) Istituto Botanico «Hanbury», Università, Corso Dogali 1/c, 16136 Genova.

in ambienti salini, vicino ad acque con elevate concentrazioni di sale come il California Salton Sea o in deserti salati come il deserto cileno di Atacama (HABIT, 1985). Gli alberi e gli arbusti del genere *Prosopis*, inoltre, rappresentano una risorsa potenziale per la produzione di alimenti e di combustibile (FELKER *et alii*, 1981). Nell'ambito di un vasto progetto della FAO finalizzato alla trasformazione di ecosistemi desertici in regioni agricole produttive, sono stati condotti alcuni studi su *Prosopis tamarugo*, specie endemica del deserto cileno (SERRATO VALENTI *et alii*, 1986, 1989; SERRATO VALENTI e MELONE, 1988, 1989).

Prosopis tamarugo presenta semi diversi in forma, dimensioni, colore e peso. Sulla base di dati forniti dalla letteratura (GROUZIS *et alii*, 1976; KHAN e UNGAR, 1984 a, 1984 b; SINGH e MAKNE, 1985; MARSHALL, 1986) riguardanti le relazioni tra il polimorfismo seminale, la germinazione ed il successivo sviluppo delle plantule, abbiamo svolto una ricerca su semi polimorfi di tamarugo fatti germinare in presenza di NaCl e KCl. Le esperienze sono state condotte con due tipi di sale allo scopo di fare un eventuale confronto tra effetto osmotico ed effetto ionico. È noto, infatti, che la salinità può agire sulla germinazione sostanzialmente in due modi: osmoticamente, influenzando la capacità dei semi di assumere acqua; ionicamente, permettendo l'ingresso di ioni in quantità sufficiente per essere tossici (PEARCE-PINTO *et alii*, 1990).

MATERIALI E METODI

I semi di *Prosopis tamarugo*, sono stati forniti dalla FAO (FAO seed accession number 62.578: semi acquistati dalla ditta Timmers e Leyer d'Olanda e provenienti dal Cile dove la raccolta avviene in Marzo). I semi venivano conservati a 4°C e furono usati a 4-5 mesi di età. Essi furono divisi in due classi omogenee rispetto al peso: semi grandi (peso compreso tra 34 e 36 mg per seme) e semi piccoli (peso compreso tra 6 e 8 mg per seme). Tra le variabili, colore, forma e dimensioni, abbiamo scelto il carattere più facilmente quantificabile, il peso, distanziando al massimo le due classi. Questa scelta fu dettata dal criterio di differenziare il più possibile i due tipi di semi: il colore, infatti, varia da diverse tonalità di nocciola a diverse tonalità di marrone e la forma da quasi sferica a sub-elittica o sub-conica. La grande variabilità di questi caratteri con troppi termini intermedi rendeva impossibile, in base ad essi, la divisione dei semi

in due classi obiettivamente distinte. I semi venivano sterilizzati con ipoclorito di sodio allo 0,5% per 5 min., sciacquati abbondantemente in acqua sterile e seminati in capsule Petri di 17 cm. di diametro, su quattro strati di carta bibula a grana fine. Le capsule con i dischi di carta bibula venivano preventivamente autoclavate e, dopo la semina, accuratamente chiuse con parafilm per impedire perdite d'acqua per evaporazione. Furono utilizzate soluzioni in acqua distillata di NaCl e di KCl con pressioni osmotiche (determinate con un microsmometro a punto di congelamento) molto vicine, come indicato nella Tab. 1.

TAB. 1 - Valori della pressione osmotica di soluzioni di NaCl e KCl a diversa concentrazione.

Concentrazione (mM)	NaCl Pressione osmotica	KCl (bar)
21	1.0	1.0
42	1.8	1.8
85	3.4	3.3
170	6.8	6.7
340	13.6	13.6
510	20.8	19.8
680	27.8	26.9
850	35.4	35.0

Di ciascuna soluzione venivano impiegati 50 ml per capsula Petri. Le capsule erano poste in una camera di crescita alle temperature di 15°-24 °C, dove le basse temperature coincidevano con un periodo di buio di 12 h e le temperature più alte corrispondevano ad un periodo di luce fornita da lampade Ilesa 75 W 220 V. Ogni trattamento prevedeva l'uso di tre replicati con 35 semi per replicato. Ogni due giorni per un periodo di due settimane venivano rilevati i dati, prendendo come indice di inizio della germinazione la fuoriuscita della radichetta e come emergenza della plantula la distensione dei cotiledoni. Sono state calcolate le percentuali di germinazione e di emergenza delle plantule, il tempo medio di germinazione (T.M.G.) e di emergenza (T.M.E.) secondo la formula $\Sigma d \times n / \Sigma n$, dove d rappresenta il tempo in giorni e n il numero dei semi germinati / emersi al tempo d , il rapporto percentuale tra il numero di plantule e semi germinati e la percentuale dei semi duri (non germinati e imbibiti).

RISULTATI E DISCUSSIONE

Dall'elaborazione statistica dei dati, tramite interpolazione mediante regressione polinomiale, abbiamo ottenuto i grafici di seguito riportati.

Dalla Fig. 1a, 1b, si può dedurre che la percentuale di germinazione dei semi, sia grandi che piccoli, diminuisce all'aumentare della concentrazione salina di entrambi i tipi di sale, tranne che nel

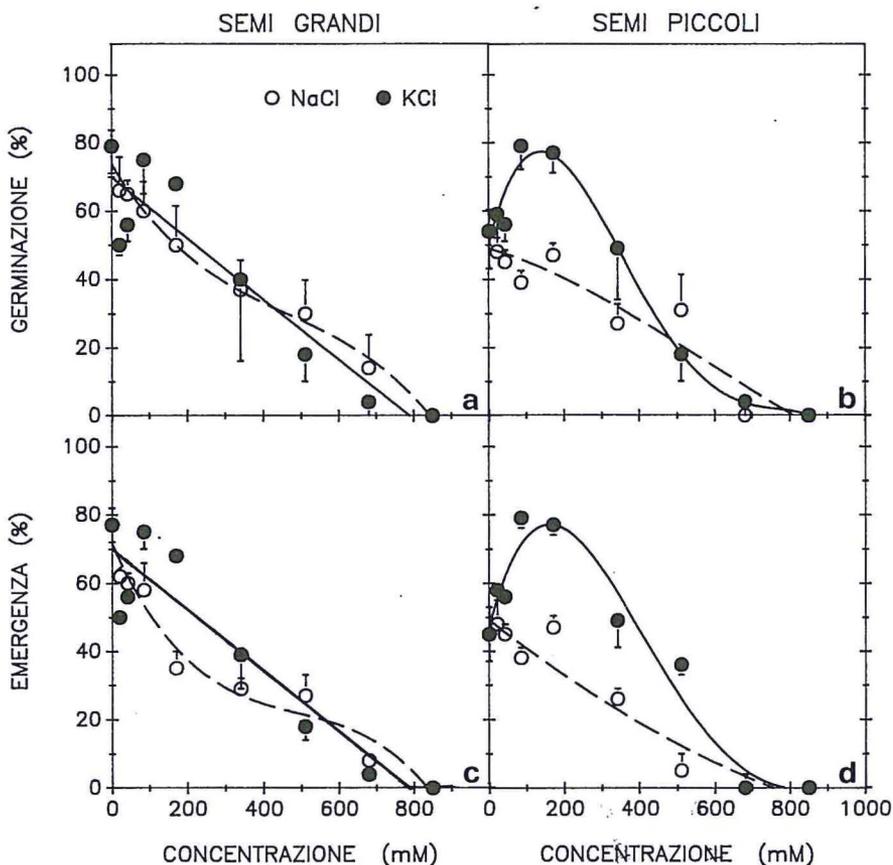


Fig. 1 - Germinazione ed emergenza di semi e di plantule di *Prosopis tamarugo* entro due settimane di coltura in presenza di NaCl e KCl a diversa concentrazione. a, percentuale di germinazione di semi grandi; b, percentuale di emergenza di semi piccoli; c, percentuale di emergenza di semi grandi; d, percentuale di emergenza di semi piccoli.

caso di KCl, a basse concentrazioni, che stimola la germinazione dei soli semi piccoli. Il risultato ottenuto nella fase di germinazione

dei semi si è ripetuto nella fase di emergenza delle plantule (Fig. 1c, 1d). La successiva Fig. 2 mette in evidenza l'effetto della crescente salinità sul T.M.G. e sul T.M.E. in entrambi i tipi di semi. L'anda-

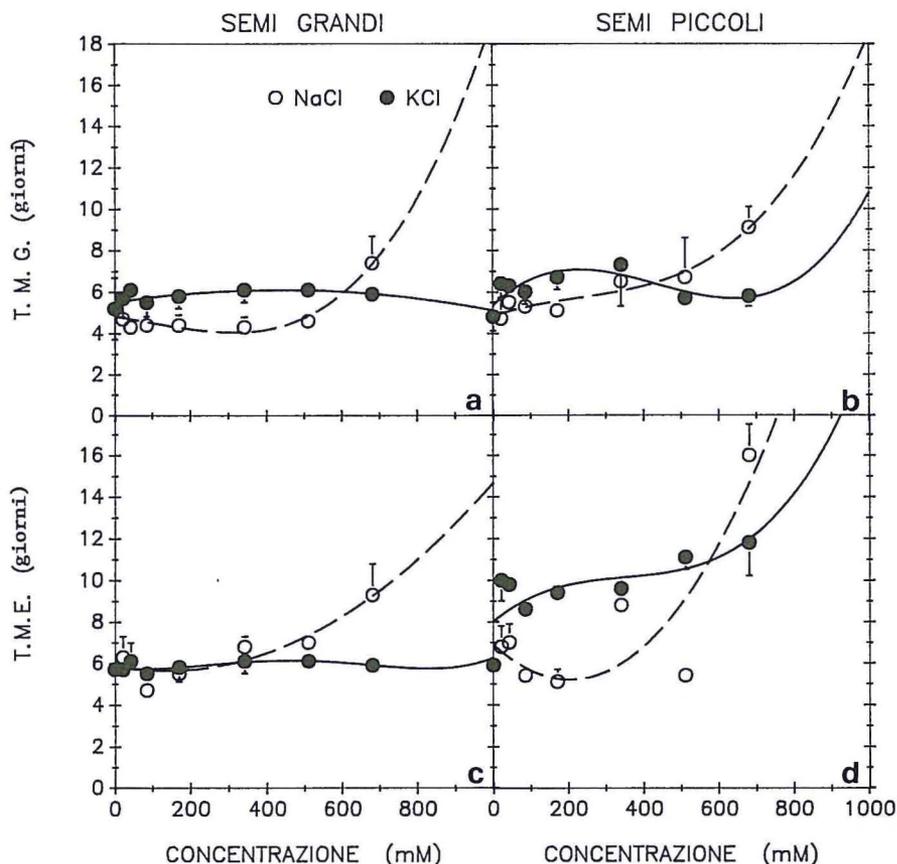


Fig. 2 - Tempo medio di germinazione (T.M.G.) ed emergenza (T.M.E.) di semi di *Prosopis tamarugo* in presenza di NaCl e KCl a diversa concentrazione. a, T.M.G. di semi grandi; b, T.M.G. di semi piccoli; c, T.M.E. di semi grandi; T.M.E. di semi piccoli.

mento delle curve relative al NaCl indicano come all'aumentare della concentrazione i valori relativi al T.M.G. e quelli relativi a T.M.E. tendono ad aumentare fino ad esprimere tempi relativamente lunghi. Per un'ipotetica (non reale) germinazione a 900 mM il T.M.G. sia dei semi grandi che dei piccoli sarebbe intorno a 14.5. L'azione esercitata dal KCl sul T.M.G. e sul T.M.E. è complessivamente meno

marcata rispetto a quella esercitata dal NaCl, se si esclude il caso dei T.M.E. dei semi piccoli.

Come si può osservare dalla Fig. 3a e 3b, la percentuale delle plantule sul totale dei semi germinati si riduce all'aumentare della

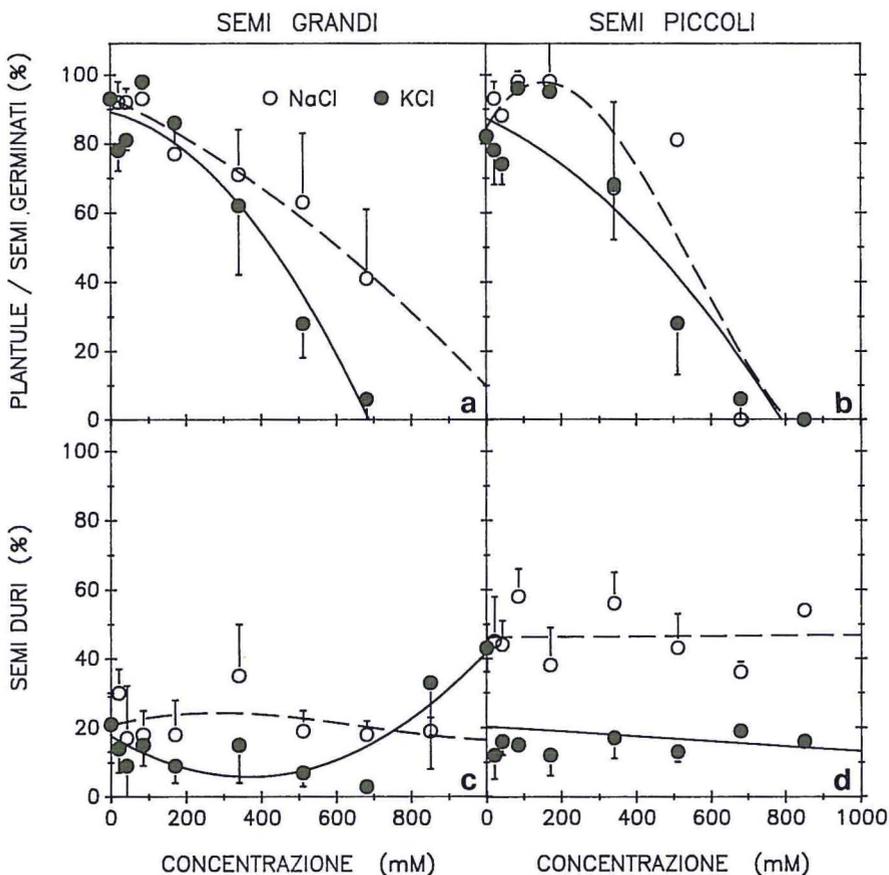


Fig. 3 - Percentuale di plantule su semi germinati e di semi duri in semi di *Prosopis tamarugo* in presenza di NaCl e KCl a diversa concentrazione. a, percentuale plantule/semi grandi; b, percentuale plantule/semi piccoli; c, percentuale di semi duri in semi grandi; d, percentuale di semi duri in semi piccoli.

concentrazione in entrambi i tipi di semi e per entrambi i sali. Valori crescenti di salinità, infine, non determinano importanti effetti sulla percentuale dei semi duri (Fig. 3c e 3d). Per quanto riguarda i semi grandi, in presenza di concentrazioni crescenti di NaCl, la percentuale dei semi duri resta intorno al 20%; in presenza di KCl, detta percentuale tende ad innalzarsi per altissime concentrazioni.

Per i semi piccoli, in presenza di concentrazioni crescenti di NaCl, la percentuale dei semi duri è particolarmente costante e notevolmente più alta rispetto ai semi grandi (intorno al 45%); in presenza di KCl la percentuale dei semi duri rientra nel range di valori dei semi grandi.

I risultati qui elencati non permettono facili conclusioni. Ci sembra, comunque, che valga la pena sottolineare alcuni elementi emersi dalla presente indagine. Per quanto riguarda l'aspetto polimorfismo-salinità, sembra che la risposta dei semi grandi e piccoli alla concentrazione salina sia sostanzialmente simile anche se non sovrapponibile. Un risultato degno di nota è la differenza riscontrata nelle percentuali dei semi duri nei due tipi di semi. La più alta percentuale, in presenza di NaCl, di semi duri tra i semi piccoli, potrebbe rivestire un particolare ruolo ecologico nell'ambito della germinazione. È noto infatti che nel proprio ambiente naturale i semi teneri e i semi duri germinano in momenti diversi e la distribuzione nel tempo di semi germinanti avrebbe il significato di fornire alla pianta più di una chance per il suo impianto (KHAN e UNGAR, 1985). Si può ipotizzare per *P. tamarugo* che i semi piccoli-duri, nel proprio habitat, riescano a germinare, analogamente ai semi di *P. farcata* (WERKER *et alii*, 1973), solo dopo un lento processo di «cracking» del tegumento, processo favorito dalle forti escursioni termiche diurne e stagionali.

Per quanto riguarda l'effetto inibente della salinità sulla germinazione, sull'emergenza delle plantule e sulle successive fasi di crescita rileviamo un risultato analogo indicante a un'analoga azione dei sali ai tre livelli di sviluppo: aumento della concentrazione salina, intensificarsi dell'azione inibente. Questi fatti non sono così ovvi come potrebbero sembrare: spesso non v'è relazione tra la tolleranza alla salinità al momento della germinazione e la tolleranza alla salinità allo stadio di piantina, come non sempre vi è relazione tra la tolleranza dei semi e la salinità del suolo dove cresce la pianta madre (PEARCE-PINTO *et alii*, 1990). Per quanto riguarda, infine, la singola azione dei due sali NaCl e KCl, non ci sembra di poter rilevare sostanziali differenze, tranne che per l'effetto di KCl, a basse concentrazioni, sulla germinazione e l'emergenza dei semi piccoli. Nonostante la così diversa importanza dei cationi K^+ e Na^+ , per la vita delle piante, per l'indispensabile presenza nella cellula del primo e la forse non necessaria presenza, per la maggior parte delle piante, del secondo, in *P. tamarugo*, nelle colture da noi allestite, essi sembrano esercitare un'azione sostanzialmente analoga. Recen-

ti studi hanno enfatizzato la già conosciuta complessità del rapporto Na^+ : K^+ e dell'influenza degli ioni Na^+ e Cl^- sulla concentrazione, ritraslocazione di K^+ ecc. (ESHEL, 1985; BOGEMANS *et alii*; 1990; FLOWERS *et alii*, 1990) per cui ogni affermazione potrebbe essere impropria ed ulteriori ed approfonditi studi sono necessari.

Ci limitiamo a sottolineare il fatto che riuscire a germinare, anche se in bassissima percentuale, a 600 mM NaCl, significa riuscire a germinare ad una concentrazione pari o superiore a quella dell'acqua di mare (FELKER *et alii*, 1981; GORHAM *et alii*, 1981; GORHAM *et alii*, 1985). Inoltre, sopportare bene una concentrazione pari alla metà della salinità del mare significa poter essere irrorati con acqua salmastra o acqua di mare diluita di 1/2. Infine possiamo affermare che, per quanto *Prosopis tamarugo* tolleri una salinità del substrato alla pari di alcune delle piante terrestri più resistenti, quali specie dei generi *Chenopodium*, *Atriplex*, *Salicornia*, *Suaeda* (FELKER *et alii*; 1981), non è una alofita fisiologicamente obbligata («salt-requirent halophyte»), come ad esempio *Suaeda aegyptiaca* (ESHEL, 1985): *Prosopis tamarugo* sopporta la salinità ma non l'esige né per germinare né per crescere.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori sono molto grati al Dr. Fernando Riveros, Senior Officer Grassland Group, AGPC, FAO, Roma, per la sua preziosa collaborazione e vogliono ringraziare Michele Mormimo e Sandra Placereani per l'assistenza tecnica.

BIBLIOGRAFIA

- BOGEMANS J., STASSART J.M., NEIRINEK L. (1990) - Effect of NaCl stress on ion retranslocation in barley. *J. Plant Physiol.*, **135**, 753-758.
- ESHEL A. (1985) - Responses of *Suaeda aegyptiaca* to KCl, NaCl and Na_2SO_4 treatments. *Physiol. Plant.*, **64**, 308-315.
- FELKER P., CLARK P., LAAG A.E., PRATT P.F. (1981) - Salinity tolerance of tree legumes: Mesquite (*Prosopis grandulosa* var. *torreyana*, *P. vellutina* and *P. articulata*), Algarrobo (*P. chilensis*), Kiawe (*P. pallida*) and Tamarugo (*P. tamarugo*), grown in sand culture on nitrogen-free media. *Plant and Soil*, **61**, 311-317.
- FLOWERS T.J., YEO A.R. (1986) - Ion relations of plants under drought and salinity. *Aust. Journ. Plant Physiol.*, **13**, 75-91.
- FLOWERS T.J., TROKE P.F., YEO A.R. (1977) - The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **28**, 89-121.

- FLOWERS T.J., FLOWERS S.A., HAJIBAGHERI M.A. (1990) - Salt tolerance in the halophytic wild rice, *Porteresia coarctata* Tateoka. *New Phytol.*, **14**, 675-684.
- GORHAM J., WYN JONES R.G., McDONNELL E. (1985) - Some mechanism of tolerance in crop plants. *Plant and Soil*, **89**, 15-40.
- GROUZIS M., BERGER A., HEIM G. (1976) - Polymorphism et germination des graines chez trois espèces annuelles du genre *Salicornia*. *Oecol. Plant.*, **11**, 41-52.
- HABIT M.A. (1985) - Estado Actual del Conocimiento Sobre *Prosopis tamarugo*, 1-483, FAO Universidad de Tarapacá Corporacion Nacional Forestal. Chile.
- KHAN M.A., UNGAR I.A. (1984 a) - Seed polymorphism and germination responses to salinity stress in *Atriplex triangularis* Willd. *Bot. Gaz.*, **145**, 487-494.
- KHAN M.A., UNGAR I.A. (1984 b) - The effect of salinity and temperature on the germination of polymorphic seeds and growth of *Atriplex triangularis* Willd. *Amer. J. Bot.*, **71**, 481-489.
- KHAN M.A. UNGAR I.A. (1985) - The role of hormones in regulating the germination of polymorphic seeds and early seedling growth of *Atriplex triangularis* under saline conditions. *Physiol. Plant.*, **63**, 109-113.
- MARSHALL D.L. (1986) - Effect of seed size on seedling success in three species of *Sesbania* (Fabaceae). *Amer. J. Bot.*, **73**, 457-464.
- PEARCE-PINTO G.V.N., VAN DER MOEZEL P.G., BELL D.T. (1990) - Seed germination under salinity-stress in Western Australian species of *Eucalyptus*. *Seed Sci. & Technol.*, **18**, 113-118.
- SERRATO VALENTI G., MODENESI P., ROTI-MICHELOZZI G., BEVILACQUA L. (1986) - Structural and histochemical characters of the *Prosopis tamarugo* Phil. seed coat, in relation to its hardness. *Acta Bot. Neerl.*, **35** (4), 475-487.
- SERRATO VALENTI G., MELONE L. (1988) - La risposta di *Prosopis tamarugo* Phil. alla natura del terreno. Osservazioni preliminari. *Boll. Soc. It. Biol. Sper.*, **64** (10), 859-875.
- SERRATO VALENTI G., MELONE L., MODENESI P., BOZZINI A. (1989) - Leaflet structure of *Prosopis tamarugo* Phil. (Leguminosae) and its water uptake. *Phytomorphology*, **39**, 181-188.
- SERRATO VALENTI G., MELONE L. (1989) - *Prosopis tamarugo* Phil.: Ontogenesi della fogliolina e strategie di adattamento e difficoltà idriche dell'ambiente. *Boll. Soc. It. Biol. Sper.*, **65** (6), 509-515.
- SINGH A.R., MAKME V.G. (1985) - Correlation studies on seed viability and seedling vigour in relation to seed size in sorghum (*Sorghum bicolor*). *Seed Sci. & Technol.*, **13**, 139-142.
- WERKER E., DAFNI A., NEGBI M. (1973) - Variability in *Prosopis farcata* in Israel: anatomical features of the seed. *Bot. J. Linn. Soc.*, **66**, 223-232.

(ms. pres. il 22 marzo 1991; ult. bozze il 21 ottobre 1991)