

T. LOMBARDI (\*), A. BERTACCHI (\*), A. ONNIS (\*\*), A. STEFANI (\*\*\*)

ERIANTHUS RAVENNAE (L.) P. BEAUV. (GRAMINEAE):  
EFFETTO DELLA SALINITÀ SU GERMINAZIONE  
E CRESCITA INIZIALE

**Riassunto** — Sono stati studiati gli effetti dello stress salino sulla germinazione delle cariossidi e sulla crescita iniziale delle plantule di *Erianthus ravennae* (L.) P. Beauv. (Gramineae) provenienti dalla zona costiera della Tenuta Presidenziale di San Rossore (Pisa). Le cariossidi, di 120 giorni di età, sono state poste a germinare al buio, in substrati contenenti NaCl 0,00 (controllo); 0,03; 0,06 e 0,12 M, alle temperature di 10°, 20°, 30°C costanti, 10°/20° e 20°/30°C alterni con termoperiodo di 12 ore e 10°/30°C con termoperiodo per i 30°C di 4, 8, 12, 16 ore. Le plantule, ai fini della valutazione della crescita iniziale ai 10 giorni, sono state allevate su substrati contenenti soluzioni di NaCl alle concentrazioni sopra indicate.

I risultati evidenziano che: a) la germinazione è sempre assente a 10°C costanti e subisce, rispetto al controllo, un ritardo significativo quando le cariossidi sono poste a germinare in substrati contenenti NaCl e alla temperatura di 10°C in alternanza con temperature superiori (20°, 30°C); b) il ritardo nella germinazione si riduce fino a scomparire a 30°C costanti e 20°/30°C alterni; un significativo effetto depressivo su capacità ed energia germinativa si osserva soltanto in presenza di NaCl 0,12M; c) la crescita del germoglio e della radice delle plantule subisce una progressiva significativa riduzione proporzionalmente alla concentrazione crescente di NaCl nel substrato.

L'andamento della germinazione e della crescita iniziale delle plantule in funzione della temperatura e della concentrazione di NaCl nel substrato di coltura, viene discusso in relazione alle problematiche connesse con l'eventuale utilizzazione di *Erianthus ravennae* per il ripristino della vegetazione dunale della zona costiera di San Rossore, attualmente compromessa da varie forme di inquinamento.

**Abstract** — *Erianthus ravennae* (L.) P. Beauv (Gramineae): effect of salinity on germination and early growth. The effects of salinity stress on germination and early growth of *Erianthus ravennae* (L.) P. Beauv. collected in the coastal line of Presidential Estate of S. Rossore (Pisa), have been evaluated. The caryopses were allowed to germinate in the dark, in NaCl solutions at different concentration (0.00, 0.03,

---

(\*) Dipartimento di Scienze Botaniche, Università, Pisa.

(\*\*) Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema, Università, Pisa.

(\*\*\*) Scuola Superiore di Studi Universitari e di Perfezionamento S. Anna, Pisa.

0.06 and 0.12 M) and at the following temperatures: 10°, 20° and 30°C constant; 10°/20°, 20°/30°C with thermoperiod of 12 hrs; 10°/30°C with thermoperiod for 30°C of 4, 8, 12 and 16 hrs. Seedlings were grown for 10 days at the same salinities as those used for germination experiments. The results show that: 1) the temperature 10°C inhibits the germination in all substrates; 2) the NaCl concentrations reduce the germination overall when the seeds are allowed at alternating temperature 10°/20°C and 10°/30°C; at 30°C constant and 20°/30°C the germination decreases significantly only with NaCl 0.12 M; 3) the increasing NaCl concentrations induce a proportional reduction in growth of seedlings. The behaviour of the seeds and the early growth of seedlings sown in water or in NaCl and at different temperature, are discussed in relation with the utilization of *Erianthus ravennae* for the restoration of coastal dune of S. Rossore, seriously compromised by different pollution forms.

**Key words** — Gramineae, *Erianthus*, germination, growth, salt tolerance.

## INTRODUZIONE

Il processo di degrado ambientale di origine antropica che interessa la maggior parte delle coste della penisola italiana, ha dato luogo nel tempo ad un massiccio deperimento della flora litoranea (ARRIGONI, 1979). La vegetazione dunale e retrodunale della zona costiera della Tenuta Presidenziale di S. Rossore (Pisa) è tra quelle maggiormente degradate in conseguenza dei danni provocati dall'aerosol marino ricco di NaCl e fortemente inquinato da tensioattivi, metalli pesanti, etc. e dalle deposizioni acide (BOTTACCI *et al.*, 1988; BUSSOTTI *et al.*, 1983; GELLINI, 1987; GELLINI *et al.*, 1982; 1983; LAPUCCI, 1974; PANTANI *et al.*, 1984).

In questa situazione ambientale gravemente compromessa *Erianthus ravennae* (L.) P. Beauv., in virtù di una vivace emissione di germogli da parte del rizoma, mantiene una elevata capacità di propagazione e vigore vegetativo, colonizzando la fascia immediatamente a ridosso delle dune primarie. Si propone, quindi, come specie dotata di notevole capacità di resistenza agli inquinanti e potenzialmente utile al ripopolamento delle aree costiere private della vegetazione e per la formazione di una barriera protettiva contro l'azione di trasporto della sabbia da parte dei venti marini (DE PHILIPPIS, 1969; GELLINI *et al.*, 1983).

*E. ravennae*, nella Tenuta di S. Rossore si sviluppa in substrati prevalentemente sabbiosi, relativamente poveri in sostanza organica, parzialmente sommersi nel periodo autunno-invernale (AUTORI VARI, 1985). È una graminea mediterraneo-turanica presente in Italia in alcune stazioni costiere della penisola e delle isole, predilige i litora-

li sabbiosi e le rive dei corsi d'acqua in prossimità del mare (PIGNATTI, 1982). Fa parte per Guinochet e De Vilmorin (1978) del *Molinion-Holoschoenion* Br-Bl., non come pianta caratteristica; per Gehù et al. (1984) invece, è pianta caratteristica, nella vegetazione litoranea della Laguna Veneta, dell'*Eriantho-schoenetum Nigricantis*.

Questa ricerca che si ricollega alle precedenti indagini sulla biologia (VIEGI, 1987) e sulla germinazione delle cariossidi di *E. ravennae* (STEFANI *et al.*, 1989), esamina l'influenza della salinità sulla germinazione e crescita delle plantule, allevate in substrati a differente concentrazione salina; ciò per valutare l'influenza, nell'ambiente naturale, dell'aerosol marino, ricco in NaCl (LAPUCCI, 1974), sulla germinazione delle cariossidi e sulle plantule eventualmente utilizzate ai fini del ripopolamento della duna.

L'indagine si inquadra quindi nell'ambito delle problematiche relative alla difesa e/o ripristino della flora di ambienti costieri compromessa da varie forme di inquinamento e da uso improprio del territorio (AUTORI VARI, 1982; VAN DER VEGTE *et al.*, 1985; RIHAN e GRAY, 1985).

## MATERIALI E METODI

Sono state utilizzate cariossidi di *Erianthus ravennae* di 120 gg. di età, raccolte nell'ottobre 1989 nella Tenuta di S. Rossore (Pisa) a circa 300 m dal mare e conservate in condizioni di laboratorio ( $20^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ).

Per i test di germinazione e di crescita sono state utilizzate 320 cariossidi per prova, suddivise in 4 replicazioni da 80, allevate in capsule Petri di 9 cm di diametro, su carta bibula Whatman n. 2, imbibita con 4 ml di soluzioni di NaCl a diverse concentrazioni: 0,00M (controllo in H<sub>2</sub>O deionizzata), 0,03, 0,06 e 0,12 M.

Le prove sono state condotte in termostato, al buio e alle temperature di 10°, 20° e 30°C costanti, 10°/20° e 20°/30°C alterni con termoperiodo di 12 ore e 10°/30°C alterni con termoperiodo crescente per i 30°C di 4, 8, 12, 16 ore.

Le cariossidi, controllate allo stereomicroscopio ogni 24 h fino al decimo giorno di coltura, sono state considerate germinate quando gli involucri seminali risultavano lacerati dalla radichetta.

Per le prove di crescita iniziale, 180 cariossidi, pregerminate al buio a 20°/30°C in capsule Petri, in presenza delle concentrazioni di NaCl sopracitate, suddivise in tre ripetizioni, sono state trapian-

tate in un substrato di coltura inerte composto da vermiculite e sabbia silicea, mantenuto umido con H<sub>2</sub>O deionizzata per il controllo, e con soluzioni di NaCl alle concentrazioni già indicate. Le prove sono state condotte in termostato alla temperatura di 20°/30°C alterni con termofotoperiodo di 12 h; (20°C al buio; 30°C alla luce, 2500 Lux, lampade Philips T.L. 40 W). Al decimo giorno dall'impianto le plantule sono state prelevate per le osservazioni su radice e germoglio.

## RISULTATI

### *Germinazione*

I risultati ottenuti nel corso delle prove di germinazione sono raccolti in tabella 1.

*Germinazione a 10° C costanti.* - A questa temperatura le cariossidi non germinano.

*Germinazione a 20°C.* - La germinazione inizia al terzo giorno, 5%, solo nel controllo; ai cinque giorni, mentre alla concentrazione 0,12 M non si hanno ancora germinati, si registra il 27% in H<sub>2</sub>O deionizzata, 11,5 e 11% rispettivamente alle soluzioni 0,03 e 0,06M; al decimo giorno in 0,12 M si raggiunge 28% di germinati contro 63% del controllo; valori prossimi a quelli del controllo si rilevano per le soluzioni 0,03 e 0,06 M (Tab. 1).

*Germinazione a 30°C.* Le percentuali massime di germinazione si riscontrano in assenza di NaCl: 33,7% al terzo giorno, 76,2% ai 5 gg., 88,7% ai 10 gg. Nei substrati con NaCl 0,03 e 0,06 M la germinazione segue un andamento simile, con valori leggermente inferiori. Alla concentrazione 0,12 M di NaCl il numero dei semi germinati è fortemente ridotto: 3,7% ai 3 gg., 60% al decimo giorno (Tab. 1).

*Germinazione a 20°/30°C* (termoperiodo 12/12 h). Nei primi 5 gg. di coltura i valori più alti di germinazione si evidenziano nel controllo, da 37,5 a 86,2% ai 3 e 5 giorni, contro 13,7, 6,2 e 3,7% ai 3 gg. e 81,2, 66,2 e 37,5% ai 5 gg. rispettivamente nelle soluzioni 0,03, 0,06 e 0,12 M. Al decimo giorno i valori di germinazione raggiungono il 95% nel controllo e nelle soluzioni contenenti NaCl in concentrazioni non superiori a 0,06 M, mentre a 0,12 M si registra solo il 75% di germinati.

*Germinazione a 10°/20°C* (termoperiodo 12/12 h). Nei primi 5 gg.

TAB. 1 - Andamento in %,  $\pm$  E.S. della germinazione di cariossidi di *Erianthus ravennae* (L.) P. Beauv., di 120 gg. di età, allevate in substrati a differente concentrazione di NaCl, al buio, con termoperiodo diverso.

NaCl (M)	gg	10°C	20°C	30°C	20°-30°C	10°-20°C	10°-30°C	10°-30°C	10°-30°C	10°-30°C	10°-30°C
		12/12 h	12/12 h	12/12 h	20/4 h	16/8 h	12/12 h	12/12 h	12/12 h	12/12 h	8/16 h
0.00	3	—	5.0 $\pm$ 2.9	33.7 $\pm$ 6.2	37.5 $\pm$ 4.3	—	—	5.0 $\pm$ 2.0	26.2 $\pm$ 2.0	41.2 $\pm$ 8.0	
	5	—	27.5 $\pm$ 3.2	76.2 $\pm$ 4.3	86.2 $\pm$ 2.9	—	—	23.7 $\pm$ 1.2	73.7 $\pm$ 6.2	72.5 $\pm$ 4.3	
	10	—	63.7 $\pm$ 1.2	88.7 $\pm$ 3.7	95.0 $\pm$ 3.5	31.2 $\pm$ 3.1	3.7 $\pm$ 3.7	61.2 $\pm$ 3.1	82.5 $\pm$ 2.5	87.5 $\pm$ 5.9	
0.03	3	—	—	23.7 $\pm$ 3.2	13.7 $\pm$ 3.7	—	—	—	7.5 $\pm$ 2.5	18.7 $\pm$ 3.1	
	5	—	15.0 $\pm$ 3.5	60.0 $\pm$ 3.5	81.2 $\pm$ 1.2	—	—	7.5 $\pm$ 3.2	37.5 $\pm$ 6.6	63.7 $\pm$ 3.1	
	10	—	60.0 $\pm$ 6.5	81.2 $\pm$ 8.9	95.0 $\pm$ 2.9	16.2 $\pm$ 6.6	2.5 $\pm$ 1.4	48.7 $\pm$ 4.2	76.2 $\pm$ 2.4	82.5 $\pm$ 4.7	
0.06	3	—	—	22.5 $\pm$ 4.8	6.2 $\pm$ 2.4	—	—	—	—	3.7 $\pm$ 2.4	
	5	—	11.2 $\pm$ 3.2	62.5 $\pm$ 3.2	66.2 $\pm$ 5.1	—	—	1.2 $\pm$ 1.2	21.2 $\pm$ 2.4	38.7 $\pm$ 5.9	
	10	—	58.7 $\pm$ 6.9	82.5 $\pm$ 6.6	95.0 $\pm$ 5.0	1.2 $\pm$ 1.2	—	32.5 $\pm$ 4.7	58.7 $\pm$ 4.3	71.2 $\pm$ 3.7	
0.12	3	—	—	3.7 $\pm$ 2.9	3.7 $\pm$ 1.3	—	—	—	—	1.2 $\pm$ 1.2	
	5	—	—	27.5 $\pm$ 5.9	32.5 $\pm$ 9.2	—	—	—	10.0 $\pm$ 2.0	35.0 $\pm$ 3.5	
	10	—	28.7	60.0 $\pm$ 9.3	75.0 $\pm$ 6.1	—	—	8.7 $\pm$ 3.7	41.2 $\pm$ 4.3	70.0 $\pm$ 6.6	

di coltura, a tutte le concentrazioni, non si osservano cariossidi germinate. Al decimo giorno i valori risultano sempre inferiori al 50%: 31,2% nel controllo, 16,2% con NaCl 0,03 M, 1,2% per la soluzione 0,06 M e 0% alla salinità più elevata (Tab. 1).

*Germinazione a 10°/30°C* (termoperiodo variabile). I risultati ottenuti sono differenti a seconda del termoperiodo considerato: con 4h a 30°C la germinazione inizia al decimo giorno di coltura solo nel controllo (3,7%) e in NaCl 0,03 M (2,5%); con 8, 12, 16 h di esposizione a 30°C si ha un progressivo aumento della capacità germinativa, sempre al decimo giorno, sia in assenza che in presenza di NaCl (Tab. 1). Con 16 h a 30°C nel controllo si raggiungono percentuali di germinazione uguali a quelle delle temperature ottimali: 41% ai 3 gg. e 87% ai 10 gg.; a 0,03 M di NaCl la percentuale di cariossidi germinate, rispetto al controllo, è ridotta al terzo giorno (18,7%), fatto che si osserva anche al quinto giorno nel substrato con 0,06 e 0,12 M di NaCl (38,7 e 35% rispettivamente); a queste ultime concentrazioni i valori massimi di germinazione raggiungono il 71% (Tab. 1).

### *Crescita iniziale*

I valori di crescita iniziale delle plantule di *E. ravennae* sono riportati in tabella 2.

I dati relativi alle lunghezze, in mm e ai 10 gg., di germoglio e radice delle plantule evidenziano una diminuzione marcata nella crescita all'aumentare della concentrazione di NaCl nel substrato, con valori compresi per il germoglio tra 12,73 mm del controllo e 6,85 mm in 0,12 M e per la radice, tra 14,12 e 4,59 mm (Tab. 2).

Tab. 2 - Lunghezze (mm)  $\pm$  E.S. ai 10 gg., di germoglio e radice in plantule di *Erianthus ravennae* (L.) P. Beauv., allevate in substrati a diverse concentrazioni molari di NaCl, con fotoperiodo alterno (20°C - 12 ore, buio; 30°C - 12 ore, luce).

NaCl (M)	germoglio	radice
0.00	12.73 $\pm$ 0.3	14.12 $\pm$ 1.0
0.03	10.90 $\pm$ 0.6	8.10 $\pm$ 0.3
0.06	7.60 $\pm$ 0.5	5.31 $\pm$ 0.3
0.12	6.85 $\pm$ 0.6	4.59 $\pm$ 0.4

Nelle plantule allevate in substrati contenenti 0,12 M di NaCl sono state inoltre osservati fenomeni di necrosi negli apici radicali delle plantule.

## DISCUSSIONE

I risultati ottenuti in questa esperienza, programmata sulla base della precedente indagine (STEFANI *et al.*, 1989) e delle caratteristiche ecologiche dell'habitat da cui provengono le cariossidi di *E. ravennae*, permettono di fare alcune interessanti considerazioni per quanto riguarda le modalità di risposta di questa specie alla presenza di NaCl nel mezzo di coltura.

Le prove, mentre hanno confermato l'azione stimolante sulla germinazione delle elevate temperature (STEFANI *et al.*, 1989), hanno evidenziato che una significativa azione negativa su energia (\*) e capacità germinativa delle cariossidi di *E. ravennae* è presente, alle temperature ottimali (30°C costanti e 20°/30°C alterni), soltanto quando la concentrazione di NaCl nel substrato è superiore a 0,06 M. Alla concentrazione più elevata (0,12 M) l'energia e la capacità germinativa sono di nuovo significativamente ridotte rispetto al controllo (del 50 e del 20% rispettivamente) (Tab. 1; Fig. 1). Per contro, concentrazioni di NaCl 0,03 e 0,06 M, sempre alle temperature ottimali, provocano soltanto un lieve ritardo nella germinazione al terzo giorno (Tab. 1). È rilevante il fatto, anche per i suoi risvolti applicativi, che *E. ravennae* allevato alla temperatura di 10°C in alternanza ai 20°C e ai 30°C con esposizione a 30°C per 12 o meno ore, presenti chiari segni di sofferenza da stress salino; si osserva infatti un sinergismo negativo tra bassa temperatura e sale per cui si determina, rispetto al controllo, una significativa caduta dei valori di energia e capacità germinativa, già a partire da concentrazioni pari a 0,03 M (Tab. 1, Fig. 1).

Il comportamento alla germinazione di *Erianthus ravennae* in queste condizioni sperimentali presenta notevoli analogie con quanto osservato in altre specie alo e glicofile. In particolare è significativa la similitudine, nel comportamento alla germinazione, con *Echinochloa crusgalli* (L.) P. Beauv., graminacea che normalmente si sviluppa in substrati glicofili ma, talvolta, anche su suoli salini del Nord America (RAHMAN e UNGAR, 1990) e con *Juncus acutus* L. specie comunemente presente in ambienti umidi glicofili o moderatamente salini (ONNIS e PELOSINI, 1978), *Crithmum maritimum* L. (MARCHIONI ORTU e BOCCHIERI, 1984), *Hordeum jubatum* L. (BADGER e UNGAR, 1988).

---

(\*) L'energia germinativa di un seme è l'inverso del suo tempo di germinazione in giorni moltiplicato per cento. L'energia germinativa di un lotto di semi è la media della energia germinativa di tutti i semi che lo compongono (DAVET-FRESIA e VALDEYRON, 1966).

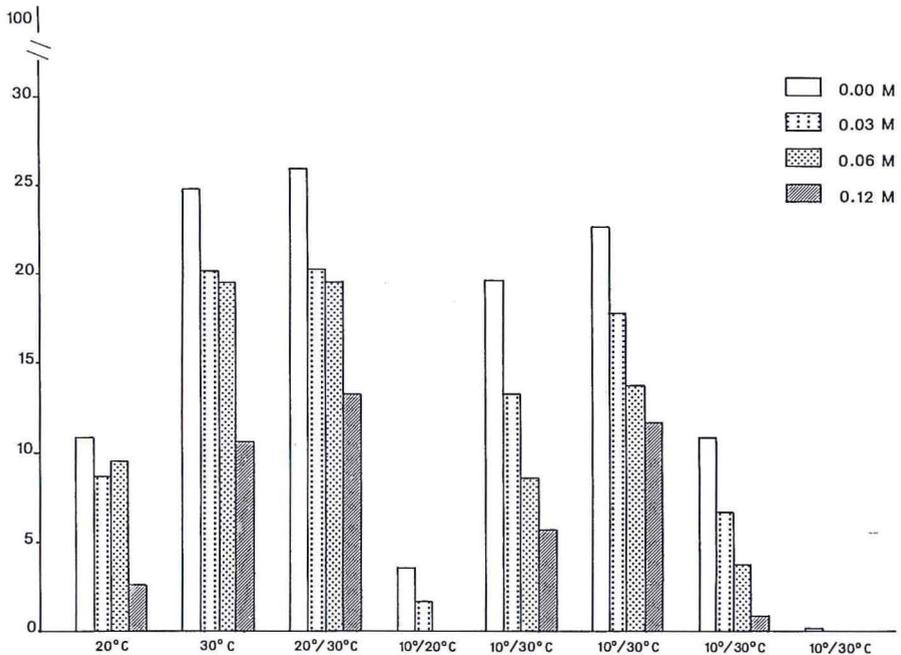


Fig. 1 - Energia germinativa di cariossidi di *Erianthus ravennae* al decimo giorno di coltura in substrati a diverse concentrazioni di NaCl e a differenti temperature (20°, 30°C costanti, 10°/20°, 10°/30°, 20°/30°C con termoperiodo di 12 ore e 10°/30°C con termoperiodo di 16, 8, 4 ore a 30°C).

La capacità di *E. ravennae* di germinare in presenza di NaCl a concentrazione molto prossima a quella derivante dall'apporto dell'aerosol marino a San Rossore (LAPUCCI, 1974), potrebbe far ritenere questa specie atta a svilupparsi in prossimità del mare. Inoltre il sinergismo negativo sulla germinazione tra basse temperature (10° e 20°C) e la presenza di NaCl nel substrato, potrebbe rappresentare un vantaggio per *Erianthus*, nel corso del periodo autunno-invernale, quando le cariossidi sono dormienti e alla bassa temperatura ambiente si accompagnano frequenti mareggiate con notevole apporto di aerosol con le più elevate concentrazioni di NaCl (da 4 a 1980 mg/l) (LAPUCCI, 1974). Si ricorda che *E. ravennae* è pianta policarpicca che fiorisce nella tarda estate e matura le cariossidi in autunno (STEFANI *et al.*, 1989).

La possibilità per una specie di diffondersi spontaneamente per seme è condizionata dalla compatibilità fra temperatura, salinità del substrato e germinazione e crescita delle plantule nel periodo imme-

diatamente seguente la germinazione. Infatti è noto che la sensibilità allo stress salino di specie scarsamente alotolleranti si manifesta spesso con evidenza nelle giovani plantule piuttosto che alla germinazione. A questo proposito si ricordano i casi di *Sorghum bicolor* (FRANCOIS *et al.*, 1984), *Hordeum jubatum* (UNGAR, 1974; BADGER e UNGAR, 1988) ed altre specie (SCHATE e SCHOLTEN, 1985). Il comportamento delle plantule di *E. ravennae* in presenza di NaCl, ha evidenziato una elevata sensibilità al sale nei primi 10 gg. di crescita, specialmente per la radice alle concentrazioni superiori a 0,03 M (Tab. 2). In queste condizioni la crescita della radice si riduce progressivamente del 40, 60 e 70% (Fig. 2). Alla più elevata concentrazione

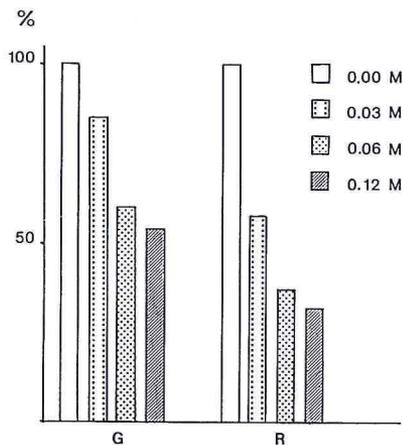


Fig. 2 - Crescita in % rispetto al controllo, di germoglio e radice di plantule di *Erianthus ravennae* allevate a 20°/30°C alterni (termoperiodo 12/12 h), in substrati a diversa concentrazione di NaCl.

saggiata (0,12 M), i meristemi apicali della radice necrotizzano con conseguente arresto della crescita. Analogo comportamento è stato osservato in presenza di NaCl per gli apici radicali di *Echinochloa crusgalli* (RAHAMAN e UNGAR, 1990) e di *Juncus acutus* L. (ONNIS e PELOSINI, 1978). Infine, l'aumentare della concentrazione salina del substrato, provoca una marcata riduzione, in misura proporzionalmente minore rispetto alla radice, anche nella crescita del germoglio (Fig. 2). Quanto sopra consente di spiegare come a San Rossore nell'area prossima al mare, *E. ravennae* non sembra in grado di produrre plantule da seme e come la specie si diffonda quasi esclusivamente mediante l'emissione di germogli da parte dell'apparato rizo-

matoso sotterraneo. Infatti la quasi totalità delle giovani piante emergenti (ca 97%) è risultata prodotta dai rizomi. Certamente questo processo di diffusione naturale può essere considerato come un adattamento tendente a superare le difficoltà delle plantule a sopravvivere in ambienti anche moderatamente salati.

Queste osservazioni sembrano determinanti per la valutazione della reale possibilità di sopravvivenza delle plantule nell'ambiente dunale. Sono inoltre importanti per le indicazioni che offrono in funzione delle scelte relative alle eventuali tecniche da adottare per l'impostazione di un impianto artificiale ai fini del ripopolamento vegetale delle aree dunali, anche per limitare l'azione di trasporto della sabbia da parte dei venti marini. Infatti, poiché, in genere, la resistenza allo stress salino aumenta nelle piante con il passare allo stadio adulto (RAHAMAN e UNGAR, 1990), si ritiene che una adeguata programmazione delle operazioni di trapianto operata utilizzando piante non eccessivamente giovani, ottenute da seme e/o per via vegetativa, possa avere successo nelle aree dunali e retrodunali di San Rossore più prossime al mare.

#### RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano i Sigg. R. Bertini e V. Sbrana per la collaborazione ed assistenza tecnica prestata nel corso dello svolgimento della ricerca.

Ricerca eseguita con il contributo del M.U.R.S.T.

#### BIBLIOGRAFIA

- Arrigoni P.V. (1979) - Aspetti del paesaggio vegetale che scompaiono: la flora e la vegetazione dei litorali sabbiosi. In: Atti del Seminario sul tema: «Problemi scientifici e tecnici della conservazione del patrimonio vegetale»: 51-58. Firenze, 18-19 dicembre 1979. (Roma, C.N.R., P.F. Ambiente, 1981).
- AUTORI VARI (1985) - Dal Calambrone alla Burlamacca. Guida alla natura del Parco Migliarino - S. Rossore - Massaciuccoli. Nistri-Lischi Ed., Pisa.
- AUTORI VARI (1982) - Creation and restoration of coastal plant communities, pp. 1-219. Lewis R.R. Ed. CRC Press Boca Raton, Florida.
- BADGER K.S., UNGAR I.A. (1988) - The effects of salinity and temperature on the germination of the inland halophyte *Hordeum jubatum*. Can. J. Bot., 67: 1420-1425.
- BOTTACCI A., BROGI L., BUSSOTTI F., CENNI E., CLAUSER F., FERRETTI M., GELLINI R., GROSSONI P., SCHIFF S. (1988) - Inquinamento ambientale e deperimento del bosco in Toscana. pp. 1-134. Regione Toscana, Società Botanica Italiana, Tip. Coppini, Firenze.

- BUSSOTTI F., RINALLO C., GROSSONI P., GELLINI R., PANTANI F., DEL PANTA S. (1983) - Degradazione della vegetazione costiera nella tenuta di S. Rossore. La Provincia Pisana, **4**: 46-53.
- DAVET-FRESIA M. e VALDEYRON G. (1966) - L'umidità des glands de *Quercus ilex* L. facteur essential de leur conservation. Naturalia Monspell., Sér. Bot., **17**: 97-101.
- De Philippis A. (1969) - Le foreste di S. Rossore e di Migliarino. Alterazione e deperimento della fascia di vegetazione costiera. Inform. Bot. Ital., **1**: 132-133.
- FRANCOIS L.E., DONOVAN T., MAAS E.V. (1984) - Salinity effects on seed yield, growth and germination of grain sorghum. Agronom. J., **76**: 741-744.
- GEHU J.M., COSTA M., SCOPPOLA A., BIONDI E., MARCHIORI S., PERIS J.B., FRANCK J., CANIGLIA G., VERI L. (1984) - Essai synsystematique et synchorologique sur les vegetations littorales italiennes dans un but conservatoire. Doc. Phytosociol., N.S., **8**: 422-426.
- GELLINI R. (1987) - Inquinamento atmosferico e deperimento delle piante forestali. In: Atti del XVII Incontro Ce.S.E.T. su «Il bosco e l'ambiente: aspetti economici, giuridici ed estimativi», pp. 347-369. Firenze 3-4 aprile 1987.
- GELLINI R., GROSSONI P., BUSSOTTI F. (1982) - Stato attuale delle ricerche sul deperimento della vegetazione litoranea nella tenuta di S. Rossore (Pisa). Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem., Serie B, **89**: 319-332.
- GELLINI R., PANTANI F., GROSSONI P., BUSSOTTI F., BARBOLANI E., RINALLO C. (1983) - Survey of the deterioration of the coastal vegetation in the park of S. Rossore in central Italy. Sonder. Europ. J. Forest Path., **13**: 296-304.
- GUINOCHET M., DE VILMORIN R. (1978) - Flore de France. **3**: 1022. C.N.R.S. Ed. Paris.
- LAPUCCI P. (1974) - Cause di degradazione delle selve e degli arenili della Versilia e loro difesa ecologica. pp. 1-178. Consiglio Regionale della Toscana, Firenze.
- MARCHIONI ORTU A., BOCCHIERI E. (1984) - A study of the germination responses of a Sardinian population of sea fennel (*Crithmum maritimum*). Can. J. Bot., **62**: 1832-1835.
- ONNIS A., PELOSINI F. (1978) - *Juncus acutus* L.: suo possibile uso quale indicatore biologico della qualità dell'ambiente. 1-Comportamento alla germinazione su substrati salini. 2-Effetti sulla germinazione e crescita iniziale della presenza di metalli pesanti nel substrato. Giorn. Bot. Ital., **112**: 318-319.
- PANTANI F., GELLINI P., DEL PANTA S., BUSSOTTI F. (1984) - Sulla deposizione acida nell'area della Tenuta di San Rossore (Pisa). Inform. Bot. Ital., **16**: 182-191.
- PIGNATTI S. (1982) - Flora d'Italia, **3**: 616. Edagricole, Bologna.
- RAHAMAN M., UNGAR A. (1990) - The effects of salinity on seed germination and seedling growth of *Echinochloa crusgalli*. Ohio J. Sci., **90**: 13-15.
- RIHAN J.R., GRAY A.J. (1985) - Ecology of the hybrid Marran Grass  $\times$  *Calammophila baltica* in Britain. Vegetatio, **61**: 203-208.
- SCHAT H., SCHOLTEN M. (1985) - Comparative population ecology of dune slack species: the relation between population stability and germination behaviour in brackish environments. Vegetatio, **61**: 189-195.
- STEFANI A., BERTACCHI A., ONNIS A., DERIU M.G. (1989) - *Erianthus ravennae* (L.) Beauv.: ecologia della germinazione. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem. Serie B, **96**: 87-97.

- UNGAR I.A. (1974) - The effect of salinity and temperature on seed germination and growth of *Hordeum jubatum*. Can. J. Bot., **52**: 1457-1462.
- VAN DER VEGTE F.W., FABER J., KUITERS L. (1985) - Vegetation, land use and management of the inner-dune zone in the North-Holland Dune Reserve, The Netherlands. Vegetatio, **62**: 449-456.
- VIEGI L. (1987) - *Erianthus ravennae* (L.) Beauv. (Gramineae) from S. Rossore (Italy).  
1. Caryological and anatomical features. Ann. Bot. (Roma), **45**: 103-115.

(ms. pres. il 26 giugno 1991; ult. bozze il 3 marzo 1992)