

Osservazioni morfologiche e valutazione della germinazione dei semi di alcune specie liguri

C. MASCARELLO, E. SACCO, E. ZAPPA, G.I. SUFFIA, M.G. MARIOTTI, B. RUFFONI

ABSTRACT - *Notes on seed morphology and germinability of some Ligurian species* - In the present study it was decided to select, collect, preserve, characterize and evaluate the germination of the seeds of 41 Ligurian species, 18 of which are included in the national or regional red lists according to IUCN rules. Strong differences in seed morphology were observed for all the analyzed parameters (weight, colour, shape and size). Only 6 species (*Echinops ritro*, *Limonium avei*, *Lilium martagon*, *Limonium cordatum*, *Moricandia arvensis* and *Silene otites*) showed a germination higher than 50% under the standard conditions adopted for the screening.

Keywords: flora, germination, Liguria, seed test, threatened species

*Ricevuto il 28 Febbraio 2012
Accettato il 27 Novembre 2012*

INTRODUZIONE

L'elevato livello di biodiversità del territorio ligure dipende soprattutto dal contatto fra tre regioni biogeografiche, alpina, continentale e mediterranea, ma anche da eventi paleogeografici e usi del territorio. Ciò si manifesta soprattutto sul settore occidentale, che, con le Alpi Liguri e Marittime, costituisce uno dei più importanti *hot spot* di diversità vegetale del Mediterraneo (MEDAIL, QUEZEL, 1997; CASAZZA *et al.*, 2007). Seppure si sia ancora lontani dal completo *risk assessment* della flora ligure, diverse specie vascolari, rare o endemiche, di questo settore risultano a rischio e sono state considerate elementi giustificativi delle Important Plant Areas (MARIOTTI, BARBERIS, 2010).

In attesa di portare a termine programmi recentemente intrapresi per la valutazione del livello di rischio, è di fondamentale importanza, anche per la Liguria, il ruolo svolto nella conservazione *ex situ* presso orti botanici e Banche dei semi (DE CUGNAC, 1953; S.B.I., 2001, 2004; BACCHETTA *et al.*, 2006; HAVENS *et al.*, 2006), affinché la conservazione *ex situ* non sia alternativa ma complementare a quella *in situ* fondamentale per preservare gli habitat naturali delle specie (FALK, 1990; CHIN, 1994; COCHRANE *et al.*, 2007). Per un'efficace azione di conservazione *ex situ* è fondamentale studiare le caratteristiche biologiche del seme (dormienza, disseminazione, conser-

vabilità, ecc.), le strategie riproduttive, i processi fisiologici e i fattori che condizionano la germinazione (BEWLEY, BLACK, 1994; BASKIN, BASKIN, 2001; BACCHETTA *et al.*, 2006; GODEFROID *et al.*, 2010; PIOTTO *et al.*, 2010). Tali informazioni sono anche la base per capire il ruolo ecologico della specie nell'habitat (BALDONI, 1998) e adottare le misure di conservazione più appropriate.

Il contenimento della perdita di diversità genetica necessita di valutare preliminarmente la potenzialità germinativa intrinseca della specie, ricercando le cause di una eventuale difficoltà di germinazione e attuando, in seguito, strategie per rafforzare e ricostituire le popolazioni (PIOTTO *et al.*, 2003; BACCHETTA *et al.*, 2006).

Per tali finalità, nell'ambito di una collaborazione tra l'Unità di Ricerca per la Floricoltura e le Specie Ornamentali di Sanremo (CRA-FSO) e il Laboratorio per la Conservazione della Diversità vegetale ligure dei Giardini Botanici Hanbury di Ventimiglia (GBH), dal 2008, sono stati raccolti semi di entità di interesse fitogeografico, rare o minacciate della Liguria, su cui sono state effettuate osservazioni morfologiche preliminari e la caratterizzazione morfometrica, indagini spesso molto utili in quanto, nell'ambito della stessa specie, semi di peso e dimensioni maggiori hanno maggiori probabilità di sopravvi-

venza (PACINI *et al.*, 2001). Parallelamente sono stati condotti studi preliminari volti a determinare la germinazione del seme in condizioni standard senza adottare alcun trattamento che potesse alterare in qualsiasi modo la germinabilità intrinseca del seme. In questo lavoro si presentano i risultati ottenuti su 41 specie appartenenti a 22 famiglie differenti (di cui le *Fabaceae* e le *Asteraceae* sono le più rappresentate con 5 e 4 specie rispettivamente) e 34 generi; i *taxa* studiati appartengono a specie endemiche e/o rare in Italia o in Liguria, al limite di areale, specie di habitat costieri minacciati, o inserite negli allegati II, IV e V della direttiva CE 43/92 o specie protette dalla legge regionale della Liguria n. 28/2009 (ZAPPA *et al.*, 2010); 18 di esse sono incluse nelle red list nazionali o regionali (CONTI *et al.*, 1997). La maggior parte di questi *taxa* sono inseriti nell'“*Atlante delle specie a rischio di estinzione*” (SCOPPOLA, SPAMPINATO, 2005). Alcuni, come *Convolvulus sabatius* Viv. ssp. *sabatius*, *Crithmum maritimum* L., *Lagurus ova-tus* L., *Limonium cordatum* (L.) Mill. e *Silene oites* (L.) Wibel, sono specie guida di habitat inclusi nell'Allegato I della direttiva CE 43/92 e oggetto di un progetto di conservazione e reintroduzione della flora costiera finanziato dalla Provincia di Savona.

MATERIALI E METODI

L'attività sperimentale è iniziata con la raccolta di informazioni sulla localizzazione delle specie; si è provveduto quindi alla scelta delle stazioni e infine alla raccolta dei semi secondo le linee guida internazionali (GENMEDOC, 2005; BACCHETTA *et al.*, 2006; ENSCONET, 2009) in modo da conservare campioni rappresentativi delle diverse popolazioni. Il seme raccolto è stato portato presso la banca del germoplasma dove si è proceduto alla registrazione dell'accessione con codice (BACCHETTA *et al.*, 2006) e mantenuto in quarantena in locale arieggiato a temperatura ambiente; durante tale periodo si è potuto accertare lo stato fitosanitario del materiale raccolto, si è provveduto alla pulizia del seme dai residui dei frutti e dalle impurità con tecniche manuali e/o meccaniche cercando di evitare qualsiasi danneggiamento al seme che potesse modificare la conservabilità (PROBERT *et al.*, 2007). I semi puliti sono stati quindi fotografati, conteggiati e pesati. Per mantenere un'elevata vitalità senza danneggiare l'embrione, i semi puliti sono stati portati nella camera di deidratazione, conservati a condizioni ottimali con temperatura (15 °C) e umidità (15%) costanti (FAO/IPGRI, 1994; TERRY *et al.*, 2003) finché non hanno raggiunto un livello di umidità in equilibrio con i parametri ambientali (LINNINGTON, 2003) pronti per la conservazione a lungo termine a basse temperature (ROBERTS, 1973). Una parte di questi semi è stata consegnata al personale del CRA-FSO e utilizzata per i test di germinazione, mentre la maggior parte di essi è stata posta in contenitori di vetro Vials, sigillati e ulteriormente conservati in vasi di vetro a chiusura ermetica a -20 °C presso i GBH (FAO/IPGRI, 1994; GODEFROID *et al.*, 2010). All'interno dei vasi di vetro è stato posto anche un Vial sigillato contenente gel di silice

granulare autoindicante per il monitoraggio dell'umidità e quindi delle corrette condizioni di conservazione del campione (BACCHETTA *et al.*, 2006).

Per la caratterizzazione morfologica su 100 semi per specie sono stati registrati colore, forma, peso (con bilancia analitica), dimensioni (lunghezza e larghezza) (Fig. 1) e superficie (con analizzatore d'immagine); dai valori morfometrici oggettivi si è ricavato il fattore di rotondità $[= (4 \times \text{area})/(\text{diametro massimo}^2 \times \pi)]$ che indica la perfetta circolarità dei semi con valori che variano da 0 a 1 (dove il valore 1 corrisponde al cerchio), o il rapporto tra diametri (diametro minimo/diametro massimo) dove 1 indica che i due diametri sono identici (VENORA *et al.*, 2006; BACCHETTA *et al.*, 2008). Con tale tecnologia si possono superare quindi i limiti determinati dalla soggettività e non ripetibilità dei rilievi (BACCHETTA *et al.*, 2006) consentendo di confrontare materiali di diverse accessioni.



Fig. 1

Registrazione delle accessioni e dei dati morfometrici.
Accessions and morphometrical data registration.

Successivamente sono stati determinati, attraverso i test di germinazione, la facoltà germinativa (%) (WANG, 1999; BACCHETTA *et al.*, 2006) e il Tempo Medio di Germinazione (T.M.G.) (ELLIS, ROBERTS, 1981). Su *Eryngium spinalba* si è anche determinata la vitalità del seme sia con la prova del taglio sia con il test al tetrazolio (1% di 2,3,5-trifeniltetrazolio cloruro) (BASRA, 1995; BACCHETTA *et al.*, 2006).

Per valutare la facoltà germinativa di ciascuna specie è stato effettuato uno screening alle seguenti condizioni standard: semi non trattati, temperatura costante a 23 ± 1 °C, fotoperiodo di 16 ore di luce, capsule Petri sterili da 9 cm di diametro contenenti un doppio strato di carta filtro sterile mantenuta umida con acqua distillata sterile (HARTMANN, KESTER, 1965; BACCHETTA *et al.*, 2006) (Fig. 2). I rilievi sono stati effettuati ogni 3 giorni per 60 giorni dalla semina; il seme è stato considerato germinato quando si rendeva visibile la radichetta. I dati sono stati elaborati statisticamente valutando l'errore stan-

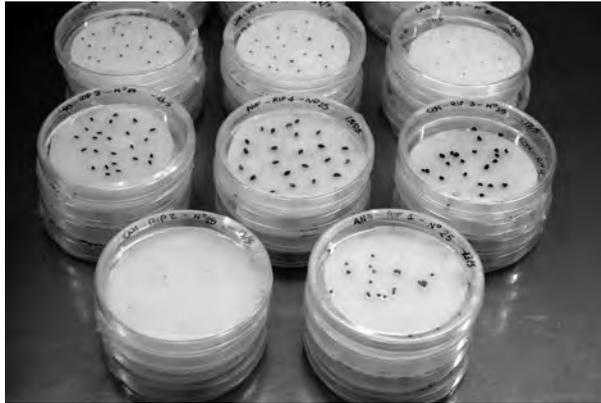


Fig. 2
Capsule Petri contenenti i semi delle specie in prova.
Petri dishes with tested seeds.

dard della media.

L'impiego di seme di specie minacciate per l'esecuzione di test di germinazione o che implicino la distruzione del materiale richiede particolare attenzione trattandosi di materiale molto prezioso (PIOTTO *et al.*, 2010); per tale motivo sono stati utilizzati campioni di numero minimo per avere dati sperimentalmente validi (100 semi per specie suddivisi in 4 piastre Petri da 25 semi ciascuna) e, inoltre, il materiale germinato non è stato eliminato ma tutte le plantule sono state portate in serra di ambientamento, trapiantate in alveolari con terriccio per semine addizionato con sabbia, leggermente ricoperti con sabbia pura e, a cadenza, sono stati eseguiti i rilievi di sopravvivenza. Raggiunta una dimensione idonea al rinvaso si è provveduto a trasferirle in vasetti del diametro di 11 cm; esse sono state portate in piena aria, a disposizione per eventuali interventi di reintroduzione in natura.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Le osservazioni morfologiche (Tab. 1) hanno portato a distinguere un gruppo di specie con semi di superficie ridotta (minori di 1 mm²) (*Gentiana ligustica*, *Limonium cordatum* e *Spergularia marina*) e uno con semi di peso molto ridotto (inferiore a 0,5 g per 1000 semi) (*Campanula sabatia* e *C. isophylla*, *Hyosciamus niger*, *Lagurus ovatus*, *Limonium avei*, *Pinguicula reichenbachiana*, *Moricandia arvensis* e *Santolina ligustica*), mentre semi decisamente più pesanti e grandi sono stati riscontrati per *Anagyris foetida*. Per quanto riguarda la forma, sono stati osservati semi piatti (*Lilium martagon*, *L. pomponium*, *Fritillaria involucreta*, *Gentiana lutea* e *Spergularia marina*), cilindrici (*Santolina ligustica* e *Gentiana ligustica*), perfettamente rotondi (*Brassica montana*, *Hyosciamus niger*, *Lotus commutatus*, *Romulea bulbocodium*, *Romulea ligustica* e *Silene otites*) o reniformi (*Anagyris foetida* e *Lavatera maritima*). Si sono riscontrate anche forme particolari finalizzate a imitare insetti (es. *Silene otites* ed *Euphorbia wulfenii*) (Fig. 3) per aumentare le possibilità di disseminazione a opera di predatori entomofagi.



Fig. 3
Semi di *Euphorbia characias* ssp. *wulfenii*.
Seeds of *Euphorbia characias* ssp. *wulfenii*.

Semi visivamente valutati di forma rotonda all'analisi oggettiva del fattore di rotondità (BACCHETTA *et al.*, 2008) sono risultati più simili a una forma ellittica. Ciò evidenzia l'importanza di adottare metodi di rilievo oggettivi e non soggettivi. Su alcuni semi sono presenti strutture atte alla dispersione come ali (*Spergularia* e *Lilium*) (Fig. 4), elaiosomi (*Moehringia*, *Leucosjum* ed *Euphorbia*) (Fig. 5) o aculei (*Eryngium spinalba*) (Fig. 6).

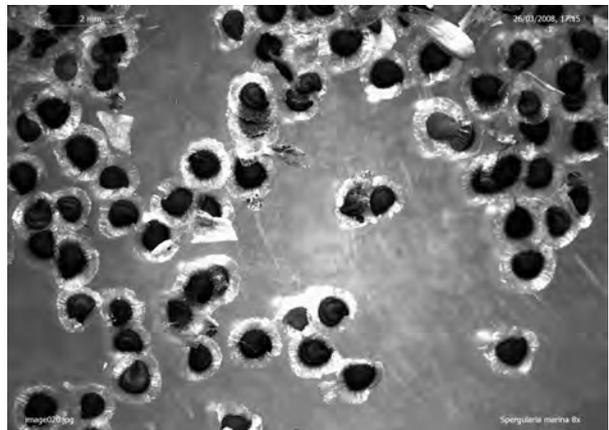


Fig. 4
Semi di *Spergularia marina*.
Seeds of *Spergularia marina*.

La gamma cromatica varia dal nero intenso fino al grigio, passando attraverso tonalità del marrone. La caratterizzazione morfologica, oltre alle importanti informazioni sopra descritte, può essere utile anche per uno screening del materiale vitale. In *Eryngium spinalba*, per esempio, sono state trovate due tipologie di achenio: uno, bianco, di dimensioni ridotte ($6,7 \pm 0,2$ mm) e uno, grigio, di dimensioni significativamente maggiori ($11,7 \pm 0,4$ mm). Si è accertato, con il test al tetrazolio, che solo gli acheni grigi

TABELLA 1

Dati inerenti la caratterizzazione del seme delle 41 specie selezionate.

Data concerning the characterization of the seed of the 41 selected species.

Specie *	Peso di 1000 semi (g±e.s.)	Colore	Forma	Lunghezza (diametro massimo) (mm ± e.s.)	Larghezza (diametro minimo) (mm±e.s.)	Superficie (area) (mm ² ±e.s.)	Fattore di rotondità	Rapporto tra diametri
<i>Allium narcissiflorum</i>	5,53 ± 0,17	nero	ovale	3,88 ± 0,07	2,55 ± 0,06	7,0 ± 0,3	0,59	0,66
<i>Anagyris foetida</i>	484, 87 ± 7,03	giallo- viola	reniforme	14,17 ± 0,18	9,01 ± 0,11	94,82 ± 2,09	0,60	0,64
<i>Anthyllis barba-jovis</i> L.	2,67 ± 0,02	marrone chiaro	ellittica	2,53 ± 0,06	1,61 ± 0,02	2,31 ± 0,11	0,46	0,64
<i>Ballota frutescens</i>	1,84 ± 0,03	marrone chiaro	ellittica	3,56 ± 0,06	1,41 ± 0,03	3,90 ± 0,10	0,39	0,40
<i>Brassica montana</i>	3,69 ± 0,09	marrone scuro	rotonda	2,24 ± 0,06	2,02 ± 0,04	2,64 ± 0,11	0,67	0,90
<i>Campanula isophylla</i>	0,12 ± 0,07	marrone	ellittica	nr	nr	< 1	nr	nr
<i>Campanula sabatia</i>	0,07 ± 0,01	marrone	ellittica	nr	nr	< 1	nr	nr
<i>Convolvulus sabatius</i> ssp. <i>sabatius</i>	5,33 ± 0,06	nero	ovale	3,22 ± 0,06	2,20 ± 0,04	4,90 ± 0,2	0,60	0,68
<i>Coronilla juncea</i>	1,68 ± 0,01	marrone	cilindrica	2,64 ± 0,07	1,04 ± 0,03	2,10 ± 0,1	0,38	0,39
<i>Critimum</i> <i>maritimum</i>	2,02 ± 0,06	marrone	acuminata	3,69 ± 0,08	1,14 ± 0,03	2,90 ± 0,1	0,27	0,31
<i>Crocus versicolor</i>	3,20 ± 0,17	marrone scuro	piriforme	3,81 ± 0,09	2,46 ± 0,06	6,30 ± 0,2	0,55	0,65
<i>Daphne alpina</i>	11,13 ± 0,11	grigio- marrone	affusolata	4,51 ± 0,06	2,38 ± 0,02	7,10 ± 0,1	0,22	0,53
<i>Echinops ritro</i> ssp. <i>ritro</i>	11,58 ± 0,19	grigio	acuminata	6,47 ± 0,18	1,78 ± 0,05	7,90 ± 0,4	0,24	0,28
<i>Eryngium spinalba</i>	4,52 ± 0,29	grigio	ovale (ac)	7,94 ± 0,13	3,45 ± 0,07	17,30 ± 0,6	0,35	0,43
<i>Euphorbia characias</i> ssp. <i>wulfenii</i>	7,75 ± 0,19	grigio	cilindrica (el)	3,23 ± 0,09	1,99 ± 0,04	4,60 ± 0,2	0,56	0,62
<i>Euphorbia hyberna</i> L. ssp. <i>canuti</i>	9,66 ± 0,43	marrone chiaro	piriforme (el)	3,55 ± 0,1	2,90 ± 0,07	7,20 ± 0,4	0,73	0,82
<i>Fritillaria involucreta</i>	4,39 ± 0,05	marrone	appiattito, piriforme (al)	6,29 ± 0,17	4,61 ± 0,15	18,50 ± 1,1	0,60	0,73
<i>Genista hispanica</i> ssp. <i>hispanica</i>	3,14 ± 0,19	marrone scuro	ovale	2,95 ± 0,08	2,12 ± 0,06	3,74 ± 0,22	0,55	0,72
<i>Gentiana ligustica</i>	0,51 ± 0,01	marrone	ellittica	nr	nr	< 1	nr	nr
<i>Gentiana lutea</i>	1,74 ± 0,08	marrone	appiattito, piriforme	3,80 ± 0,08	2,76 ± 0,11	7,30 ± 0,3	0,64	0,73
<i>Glaucium flavum</i>	1,18 ± 0,02	nero	ovale	1,69 ± 0,02	1,15 ± 0,02	1,0 ± 0,01	0,45	0,68
<i>Hyacinthoides italica</i>	5,97 ± 0,68	nero	ovale	2,61 ± 0,05	1,94 ± 0,05	3,60 ± 0,2	0,67	0,74
<i>Hyoscyamus niger</i>	0,38 ± 0,02	marrone chiaro	rotonda	nr	nr	< 1	nr	nr
<i>Lagurus ovatus</i>	0,47 ± 0,27	marrone chiaro	affusolato	nr	nr	< 1	nr	nr
<i>Leucjum nicaense</i>	7,51 ± 0,31	nero	ovale (el)	3,14 ± 0,06	2,38 ± 0,03	5,30 ± 0,1	0,68	0,76
<i>Lilium martagon</i>	8,31 ± 0,12	marrone	appiattito, piriforme (al)	7,93 ± 0,16	5,34 ± 0,12	27,80 ± 0,9	0,56	0,67
<i>Lilium pomponium</i>	9,35 ± 0,16	marrone	appiattito, piriforme (al)	8,87 ± 0,14	6,75 ± 0,17	39,82 ± 1,65	0,64	0,76
<i>Limonium avei</i>	0,22 ± 0,07	marrone	ellittica	nr	nr	< 1	nr	nr
<i>Limontum cordatum</i>	1,14 ± 0,66	marrone	ellittica	nr	nr	< 1	nr	nr
<i>Lorus commutatus</i>	2,71 ± 0,03	marrone chiaro	rotonda	1,70 ± 0,04	1,37 ± 0,02	1,50 ± 0,1	0,66	0,81
<i>Malva subovata</i>	8,64 ± 0,35	marrone	reniforme	3,50 ± 0,04	2,81 ± 0,07	6,49 ± 0,11	0,67	0,80

Specie *	Peso di 1000 semi (g±e.s.)	Colore	Forma	Lunghezza (diametro massimo) (mm ± e.s.)	Larghezza (diametro minimo) (mm±e.s.)	Superficie (area) (mm ² ± e.s.)	Fattore di rotondità	Rapporto tra diametri
<i>Moehringia sedoides</i>	0,61 ± 0,03	nero	rotonda (el)	1,48 ± 0,05	1,26 ± 0,03	1,10 ± 0,1	0,64	0,85
<i>Moricandia arvensis</i>	0,33 ± 0,01	marrone	ovale	nr	nr	< 1	nr	nr
<i>Pinguicola reichenbachiana</i>	0,01 ± 0,00	marrone	ovale	nr	nr	< 1	nr	nr
<i>Rhaponiticum confiferum</i>	7,51 ± 0,17	verde-marrone	affusolata	4,70 ± 0,07	2,07 ± 0,05	7,20 ± 0,2	0,41	0,44
<i>Rhaponiticum helenifolium</i> ssp. <i>bicknellii</i>	17,92 ± 0,61	marrone chiaro	ellittica	10,29 ± 0,19	3,45 ± 0,08	27,90 ± 0,8	0,34	0,36
<i>Romulea bulbocodium</i>	3,38 ± 0,24	marrone scuro	rotonda	1,93 ± 0,05	1,60 ± 0,04	2,10 ± 0,1	0,74	0,83
<i>Romulea ligustica</i>	4,31 ± 0,04	marrone	rotonda	2,10 ± 0,03	1,80 ± 0,05	2,70 ± 0,1	0,78	0,86
<i>Santolina ligustica</i>	0,27 ± 0,01	marrone chiaro	ellittica	nr	nr	< 1	nr	nr
<i>Silene otites</i> ssp. <i>otites</i>	0,81 ± 0,02	marrone	rotonda	1,64 ± 0,03	1,31 ± 0,03	1,30 ± 0,1	0,62	0,80
<i>Spergularia marina</i>	0,83 ± 0,06	marrone	appiattito, rotonda (al)	nr	nr	< 1	nr	nr

*: per la nomenclatura cfr. Tab. 2. Abbreviazioni. nr: non rilevabile in quanto di dimensioni inferiori a 1 mm²; ac: aculei; al: ali; el: elaiosoma.
 *: for the nomenclature see Table 2. Abbreviations. nr.: not detectable as smaller than 1 mm²; ac: prickles; al: wings; el: elaiosome.

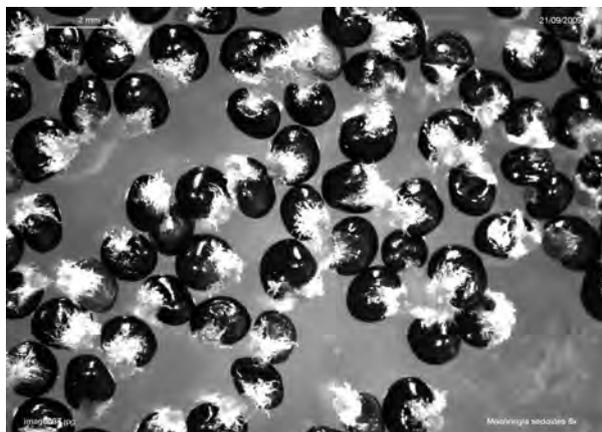


Fig. 5
Semi di *Moehringia sedoides*.
Seeds of *Moehringia sedoides*.

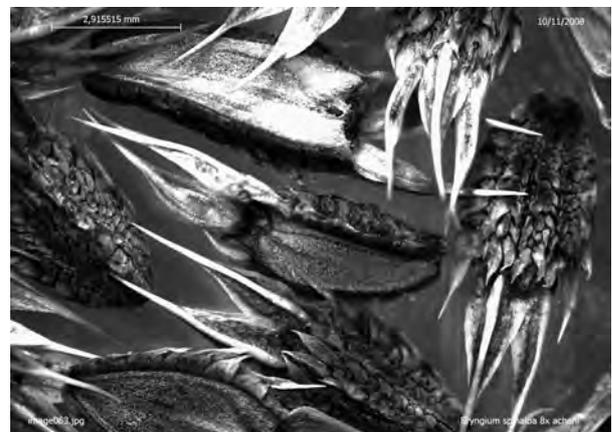


Fig. 6
Acheni di *Eryngium spinalba*.
Achenes of *Eryngium spinalba*.

avevano embrioni vitali (100% di vitalità) e pertanto la selezione di acheni grigi e di dimensioni superiori al cm consente, per questa specie, di selezionare il materiale vitale visivamente. La scelta di non applicare alcun trattamento di disinfezione al seme (compresa la sterilizzazione con ipoclorito di sodio) deriva da quanto verificato in letteratura per cui tale composto, se pur utile per la rimozione delle spore fungine (CHUN *et al.*, 1997), può, in alcune specie, alterare la germinabilità interrom-

pendo la dormienza (MACIT, 1981) o, diversamente, causare danni irreversibili (HSIAO, 1979). L'effetto di tale composto evidenzia, inoltre, stretta correlazione tra concentrazione e temperatura (YILDIZ, ER, 2002). Pertanto i risultati di test di germinazione con impiego di ipoclorito di sodio devono essere interpretati con cautela (DITOMMASO, NURSE, 2004). Dai test di germinazione emerge che, tra le specie analizzate, alle condizioni di prova, solo sei [*Echinops ritro* (Fig. 7), *Limonium avei* (Fig. 8), *L. cordatum*,

Lilium martagon, *Moricandia arvensis* e *Silene otites*] hanno evidenziato una germinabilità maggiore del 50%, 20 specie hanno presentato una germinabilità nulla (0%) e 15 compresa tra 1 e 50% (Tab. 2).

Ciò ha indicato che solo poco più del 14% delle specie saggiate non presentava fenomeni di dormienza o importanti influenze dei fattori esterni sulla germinazione; per tale motivo sono in atto, sulle 35 specie che hanno manifestato tali problemi, test per ricercare le condizioni ottimali per ottenere l'espressione massima della facoltà germinativa della specie. Eccetto *Lilium martagon*, le altre 5 specie con buona

germinabilità allo screening hanno evidenziato un T.M.G. inferiore alla settimana che indica la presenza di seme dotato di prontissima germinazione. Da segnalare che, nonostante in letteratura sia riportato che *L. martagon* è una specie a germinazione ipogea ritardata (PELKONEN, 2005) e che, come tale, richieda l'applicazione di trattamenti di estivazione e/o vernalizzazione (KEDRA, BACH, 2005), in questo test si è potuto appurare che il seme è germinato ad elevate percentuali (93,3%) senza l'applicazione di alcun trattamento, a conferma di osservazioni precedenti (MASCARELLO *et al.*, 2011).

TABELLA 2

Analisi delle germinabilità del seme di alcune specie liguri.
Analysis of the germination of some Ligurian species.

Specie	Famiglia	Stato IUCN *	Germinabilità (% ± c.s.)	T.M.G. (giorni ± c.s.)
<i>Allium narcissiflorum</i> Vill.	Alliaceae	LR	0,0 ± 0,0	-
<i>Anagyris foetida</i> L.	Fabaceae	-	0,0 ± 0,0	-
<i>Anthyllis barba-jovis</i> L.	Fabaceae	-	31,0 ± 5,3	17,4 ± 0,8
<i>Ballota frutescens</i> (L.) Woods	Lamiaceae	LR	0,0 ± 0,0	-
<i>Brassica montana</i> Pourr.	Brassicaceae	-	40,0 ± 4,0	12,3 ± 2,3
<i>Campanula isophylla</i> Moretti	Campanulaceae	VU	12,0 ± 0,0	10,3 ± 0,0
<i>Campanula sabatia</i> De Not.	Campanulaceae	VU	16,2 ± 5,1	24,4 ± 2,5
<i>Convolvulus sabatius</i> Viv. ssp. <i>sabatius</i>	Convolvulaceae	CR	3,0 ± 1,9	-
<i>Coronilla juncea</i> L.	Fabaceae	-	16,7 ± 8,8	10,5 ± 0,5
<i>Crithmum maritimum</i> L.	Apiaceae	-	2,0 ± 1,1	-
<i>Crocus versicolor</i> Ker Gawl.	Iridaceae	VU	0,0 ± 0,0	-
<i>Daphne alpina</i> L.	Thymelaceae	-	0,0 ± 0,0	-
<i>Echinops ritro</i> L. ssp. <i>ritro</i>	Asteraceae	-	96,0 ± 2,3	2,9 ± 0,2
<i>Eryngium spinalba</i> Vill.	Apiaceae	EN	0,0 ± 0,0	-
<i>Euphorbia characias</i> ssp. <i>wulfenii</i> (Hoppe ex W. D. J. Koch) Radcl.-Sm.	Euphorbiaceae	-	20,0 ± 2,3	33,4 ± 0,3
<i>Euphorbia hyberna</i> L. ssp. <i>canuti</i> (Parl.) Tutin	Euphorbiaceae	-	0,0 ± 0,0	-
<i>Fritillaria involucreta</i> All.	Liliaceae	VU	0,0 ± 0,0	-
<i>Genista hispanica</i> L. subsp. <i>hispanica</i>	Fabaceae	CR	0,0 ± 0,0	-
<i>Gentiana ligustica</i> R. de Vilm. & Chopinet	Gentianaceae	-	0,0 ± 0,0	-
<i>Gentiana lutea</i> L.	Gentianaceae	-	0,0 ± 0,0	-
<i>Glaucium flavum</i> Crantz	Papaveraceae	-	0,0 ± 0,0	-
<i>Hyacinthoides italica</i> (L.) Rothm.	Hyacinthaceae	VU	0,0 ± 0,0	-
<i>Hyoscyamus niger</i> L.	Solanaceae	-	6,0 ± 1,1	19,4 ± 3,0
<i>Lagurus ovatus</i> L.	Poaceae	-	24,2 ± 10,3	7,0 ± 2,4
<i>Leucojum nicaeense</i> Ardoino	Amaryllidaceae	CR	0,0 ± 0,0	-
<i>Lilium martagon</i> L.	Liliaceae	-	93,3 ± 4,7	30,9 ± 1,0
<i>Lilium pomponium</i> L.	Liliaceae	EN	0,0 ± 0,0	-
<i>Limonium avei</i> (De Notaris) Brullo & Erben	Plumbaginaceae	VU	70,0 ± 2,0	4,6 ± 1,6
<i>Limonium cordatum</i> (L.) Mill.	Plumbaginaceae	LR	76,5 ± 2,0	5,6 ± 0,3
<i>Lotus commutatus</i> Guss.	Fabaceae	-	12,0 ± 6,1	20,1 ± 4,9
<i>Malva subovata</i> (DC.) Molero & J.M. Monts.	Malvaceae	-	0,0 ± 0,0	-
<i>Moehringia sedoides</i> (Pers.) Loisel.	Caryophyllaceae	LR	0,0 ± 0,0	-
<i>Moricandia arvensis</i> (L.) DC.	Brassicaceae	-	53,3 ± 10,9	6,8 ± 1,1
<i>Pinguicula reichenbachiana</i> Schindl.	Lentibulariaceae	VU	0,0 ± 0,0	-
<i>Rhaponticum coniferum</i> (L.) Greuter	Asteraceae	-	5,3 ± 5,3	-
<i>Rhaponticum helenífolium</i> Gren. & Godr. ssp. <i>bicknellii</i> (Briq.) Greuter	Asteraceae	-	16,7 ± 3,3	20,2 ± 9,4
<i>Romulea bulbocodium</i> (L.) Sebast. & Mauri	Iridaceae	-	0,0 ± 0,0	-
<i>Romulea ligustica</i> Parl.	Iridaceae	CR	0,0 ± 0,0	-
<i>Santolina ligustica</i> Arrigoni	Asteraceae	LR	36,7 ± 8,8	15,6 ± 5,2
<i>Silene otites</i> (L.) Wibel. ssp. <i>otites</i>	Caryophyllaceae	-	92,0 ± 4,3	3,8 ± 0,3
<i>Spergularia marina</i> (L.) Griseb.	Caryophyllaceae	-	28,0 ± 4,3	12,6 ± 0,8

*: LR= a minor rischio di estinzione, VU= vulnerabile, EN= minacciato, CR= gravemente minacciato.

*: LR= Lower risk, VU= Vulnerabile, EN= Endangered, CR= Critically endangered.



Fig. 7
Semi di *Echinops ritro* in germinazione.
Germination of *Echinops ritro* seeds.

Alcune plantule ottenute dai test di germinazione di queste sei specie hanno manifestato un'alta sopravvivenza al trapianto in serra (88,1% e 72,7% per *Echinops* e *Moricandia* rispettivamente), mentre per altre è risultata piuttosto scarsa (*Lilium martagon*, *Limonium avei*, *L. cordatum* e *Silene otites*). L'esperienza personale porta a ritenere quindi più utile provvedere alla semina diretta *in vivo* (qualora non sia necessario studiare la germinazione della specie) piuttosto che a una semina *in vitro* che comprende anche la fase di trapianto, spesso accompagnata da uno stress eccessivo per le giovani plantule.

Tra le 18 specie che fanno parte delle liste rosse solo due [*Limonium cordatum* e *L. avei* (Fig. 8)] hanno manifestato un'elevata germinabilità; le altre 16 sono



Fig. 8
Semi di *Limonium avei* in germinazione.
Germination of *Limonium avei* seeds.

risultate tutte con germinabilità ridotta o nulla. Ciò potrebbe suggerire una correlazione tra la perdita dei fattori condizionanti dispersione e germinazione e la modificazione dell'habitat naturale.

CONCLUSIONI

In questo lavoro vengono riportati nuovi dati originali sulla morfologia e sulla germinabilità dei semi di molte specie liguri.

Si può affermare che esiste una grande variabilità morfologica e germinativa tra le specie studiate e per molte sono presenti fattori interni ed esterni che ne limitano una pronta diffusione nell'habitat; infatti ben 35 specie, alle condizioni di screening, hanno manifestato una germinazione inferiore al 50%, e su queste sono in corso ulteriori studi finalizzati a identificare le cause della mancata germinazione al fine di elevare la germinabilità a valori oltre la soglia ritenuta sufficiente.

LETTERATURA CITATA

- BACCHETTA G., FENU G., MATTANA E., PIOTTO B., VIREVAIRE M., 2006 – *Manuale per la raccolta, studio, conservazione e gestione ex situ del germoplasma*. APAT, Manuale e linee guida, 37, Roma.
- BACCHETTA G., GRILLO O., MATTANA E., VENORA G., 2008 – *Morpho-colorimetric characterization by image analysis to identify diaspores of wild plant species*. *Flora*, 203: 669-682.
- BALDONI G., 1998 – *Ecologia ed agricoltura*. Edagricole, Bologna.
- BASKIN C.C., BASKIN J.M., 2001 – *Seeds. Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. Academic Press, San Diego.
- BASRA A.S., 1995 – *Seed quality; basic mechanisms and agricultural implications*. Food Products Press.
- BEWLEY J.D., BLACK M., 1994 – *Seeds: physiology of development and germination*. Second edition. Plenum Press, New York.
- CASAZZA G., ZAPPA E., MARIOTTI M.G., MÉDAIL F., MINUTO L., 2007 – *Ecological and historical factors affecting distribution pattern and richness of endemic plant species: the case of the Maritime and Ligurian Alps hotspot*. *Divers. Distrib.*, 14: 47-58.
- CHIN H.F., 1994 – *Seedbanks: conserving the past for the future*. *Seed Sci. Technol.*, 22: 385-400.
- CHUN S.C., SCHNEIDER R.W., COHN M.A., 1997 – *Sodium hypochlorite: effect of solution pH on rice seed disinfestation and its direct effect on seedling growth*. *Plant Dis.*, 81(7): 821-824.
- COCHRANE J.A., CRAWFORD A.D., MONKS L.T., 2007 – *The significance of ex situ seed conservation to reintroduction of threatened plants*. *Aust. J. Bot.*, 55: 356-361.
- CONTI F., MANZI A., PEDROTTI F., 1997 – *Liste Rosse Regionali delle Piante d'Italia*. WWF Italia. Società Botanica Italiana. Università Camerino. Camerino. 139 pp.
- DE CUGNAC A., 1953 – *Le rôle des jardins botaniques pour la conservation des espèces menacés de disparition ou d'altération*. *Ann. Biol.*, 29: 361-367.
- DITOMMASO A., NURSE R.E., 2004 – *Impact of sodium hypochloride concentration and exposure period on germination and radicle elongation of three annual weed species*. *Seed Sci. Technol.*, 32(2): 377-391.
- ELLIS R.A., ROBERTS E.H., 1981 – *The quantification of*

- ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Sci. Technol.*, 9: 373-409.
- ENSCONET, 2009 – *ENSCONET Seed Collecting Manual for Wild Species*, Edition 1.
- FALK D.A., 1990 – *Integrated strategies for conserving plant genetic diversity*. *Ann. Mo. Bot. Gard.*, 77: 38-47.
- FAO/IPGRI, 1994 – *Genebanks standards*. FAO/IPGRI, Roma.
- GENMEDOC, 2005 – *Un réseau interrégional de banques de semences de la Méditerranée* - (<http://www.genmedoc.org/eng/progetto/raccolta.htm>).
- GODEFROID S., VAN DE VYVER A., VANDERBORGH T., 2010 – *Germination capacity and viability of threatened species collections in seed banks*. *Biodivers. Conserv.*, 19: 1365-1383.
- HARTMANN H.T., KESTER D.E., 1965 – *Propagazione delle piante. Basi scientifiche e applicazioni tecniche*. Edizioni Agricole, Bologna.
- HAVENS K., MAUNDER M., JUERRANT E.O., DIXON K., 2006 – *Ex situ plant conservation and beyond*. *Bioscience*, 56: 525-531.
- HSIAO A.I., 1979 – *The effect of sodium hypochloride and gibberellic acid on seed dormancy and germination of wild oats (Avena fatua)*. *Can. J. Bot.*, 57(16): 1729-1734.
- KEDRA M., BACH A., 2005 – *Morphogenesis of Liliium martagon L. explants in callus culture*. *Acta Biol. Cracov. Bot.*, 47(1): 65-73.
- LININGTON S.H., 2003 – *The design of seed banks*. In: SMITH R.D., DICKIE J.B., LININGTON S.H., PRITCHARD H.W., PROBERT R.J. (Eds.), *Seed conservation: turning science into practice*. Royal Botanic Gardens, Kew.
- MACIT F., 1981 – *Stimulation of pepper seed germination by some chemicals and growth regulators*. *Acta Hort.*, 111: 139-140.
- MARIOTTI M., BARBERIS G., 2010 – *Liguria*. In: BLASI C., MARIGNANI M., COPIZ R., FIPALDINI M., DEL VICO E. (a cura di), *Le Aree Importanti per le Piante nelle Regioni d'Italia: il presente e il futuro della conservazione del nostro patrimonio botanico*: 70-75. Progetto Artiser, Roma.
- MASCARELLO C., SACCO E., CARASSO V., ZAPPA E., SUFFIA G., MARIOTTI M.G., RUFFONI B., 2011 – *Evaluation of the seed germination of two protected species: Liliium pomponium L. and Liliium martagon L.* *Acta Hort.* 900 (ISHS), 1: 385-391.
- MÉDAIL F., QUÉZEL P., 1997 – *Hot-spot analysis for conservation of plant biodiversity in the Mediterranean basin*. *Ann. Mo. Bot. Gard.*, 84: 112-127.
- PACINI E., PICCINI C., PIOTTO B., 2001 – *Il seme*. In: PIOTTO B., DI NOI A., *Propagazione per seme di alberi e arbusti della flora mediterranea*. Manuale ANPA, Roma.
- PELKONEN V.P., 2005 – *Biotechnological approaches in Lily (Lilium) production*. Faculty science, Department biology, University Oulu.
- PIOTTO B., 2003 – *Indicazioni per la semina di alberi e arbusti coltivati in Italia*. APAT, Manuale e linee guida, 18. Biodiversità e vivaistica forestale.
- PIOTTO B., GIACANELLI V., ERCOLE S., 2010 – *La conservazione ex situ della biodiversità delle specie vegetali spontanee e coltivate in Italia: stato dell'arte, criticità e azioni da compiere*. ISPRA, Manuale e linee guida, 54.
- PROBERT R., ADAMS J., CONEYBEER J., CRAWFORD A., HAY F., 2007 – *Seed quality for conservation is critically affected by pre-storage factors*. *Aust. J. Bot.*, 55: 326-335.
- ROBERTS H.A., 1973 – *Predicting the storage life of seeds*. *Seed Sci. Technol.*, 1: 499-514.
- S.B.I., 2001 – *Piano d'azione per i Giardini Botanici nell'Unione Europea*. *Inform. Bot. Ital.*, 33(2): 1-66.
- , 2004 – *La strategia Europea per la conservazione delle piante*. *Inform. Bot. Ital.*, 36(1): 1-41.
- SCOPPOLA A., SPAMPINATO G., 2005 – *Atlante delle specie a rischio di estinzione*. Versione 1.0. CD-Rom incluso nel volume: SCOPPOLA A., BLASI C., *Stato delle conoscenze sulla flora vascolare d'Italia*. Palombi Editori, Roma.
- TERRY J., PROBERT R.J., LININGTON S.H., 2003 – *Processing and maintenance of the Millennium Seed Bank collections*. In: SMITH R.D., DICKIE J.B., LININGTON S.L., PRITCHARD H.W., PROBERT R.J. (Eds.), *Seed conservation turning science into practice*: 307-325. Royal Botanic Gardens, Kew.
- VENORA G., GRILLO O., DELL'AQUILA A., PIERGIOVANNI A.R., 2006 – *L'analisi d'immagine per la differenziazione di cultivar di fagiolo*. *Italus Hortus*, 13(2): 384-389.
- WANG B., 1999 – *Testing of tree seeds for germination*. *New Bulletin, Canadian Tree Improvement Association*, 30: 9-14.
- YILDIZ M., ER C., 2002 – *The effect of sodium hypochlorite solutions on in vitro seedling growth and shoot regeneration of flax (Linum usitatissimum)*. *Naturwissenschaften*, 89: 259-261.
- ZAPPA E., CAMPODONICO P.G., MARIOTTI M.G., 2010 – *Laboratorio per la conservazione della diversità vegetale ligure*. *Studi Trent. Sci. Nat.*, 88: 39-43.

RIASSUNTO - In questo lavoro si riportano i risultati di un'attività di selezione, raccolta, conservazione e caratterizzazione e studio del seme e della germinazione di 41 specie liguri di cui 18 sono inserite nelle liste rosse IUCN. Sono emerse grandi differenze morfologiche tra i semi in tutti i parametri analizzati (peso, colore, forma e dimensione). Solo 6 specie (*Echinops ritro*, *Limonium avei*, *Lilium martagon*, *Limonium cordatum*, *Moricandia arvensis* e *Silene otites*), alle condizioni di screening adottate, hanno manifestato una germinabilità superiore al 50%.

AUTORI

Carlo Mascarello (carlo.mascarello@entecra.it), Ermanno Sacco, Barbara Ruffoni, CRA-FSO, Unità di Ricerca per la Floricoltura e le Specie Ornamentali, Corso Inglese 508, 18038 Sanremo (Imperia)
 Elena Zappa, Giovanni Ilario Suffia, Mauro Giorgio Mariotti, Laboratorio per la conservazione della diversità vegetale ligure, Università di Genova, Giardini Botanici Hanbury (GBH), Corso Montecarlo 43, 18039 Ventimiglia (Imperia)