

A. CARTA (*), G. PUGGIONI (**), G. BEDINI (*)

RANUNCULUS PELTATUS SUBSP. BAUDOTII C.D.K. COOK (RANUNCULACEAE) DELL'ISOLA DI CAPRAIA (ARCIPELAGO TOSCANO): COLTIVAZIONE E CONSERVAZIONE EX SITU ALL'ORTO BOTANICO DI PISA

Riassunto - Sono presentati i risultati di prove di coltivazione e propagazione di *Ranunculus peltatus* subsp. *baudotii* idrofita che presenta problematiche peculiari per la sua conservazione *ex situ*, condotta presso l'Orto Botanico di Pisa con semi di originari dell'Isola di Capraia (Arcipelago Toscano). I fattori che influenzano la sopravvivenza delle piante in coltivazione sono la profondità dell'acqua e lo spazio a disposizione, mentre il chimismo dell'acqua e le temperature sono meno determinanti; questi dati saranno utili ad assicurare un approccio integrato della conservazione *in situ/ex situ* del popolamento.

Parole chiave - *Ranunculus peltatus* subsp. *baudotii*, Isola di Capraia, prove di germinazione, collezione viva, analisi morfometriche, Parco nazionale dell'Arcipelago Toscano.

Abstract - *Ranunculus peltatus* subsp. *baudotii* C.D.K. Cook (*Ranunculaceae*) from Capraia Island (Tuscan Archipelago): *ex situ* cultivation and conservation at the Botanic Garden of Pisa. The results of the investigations on the cultivation and propagation of *Ranunculus peltatus* subsp. *baudotii* collected from Capraia Island (Tuscan Archipelago), are here presented. The species is a hydrophyte, with peculiar problems about the *ex situ* conservation, currently carried out at the Botanic Garden of Pisa. Water depth and available space are the main factors affecting the survival of the plants in cultivation. Water chemistry and temperatures are less significant. The data will be useful to ensure an integrated *in situ/ex situ* approach to the conservation of the population.

Key words - *Ranunculus peltatus* subsp. *baudotii*, Capraia Island, germination test, morphometric analysis, National Park of Tuscan Archipelago.

INTRODUZIONE

Una delle cause principali del rischio di estinzione delle piante è la frammentazione, la modifica o la perdita dell'habitat in cui risiedono (IUCN, 2009). Nei casi di effettiva impossibilità di protezione *in situ*, va affrontato il problema della conservazione *ex situ*, cioè fuori dall'ambiente naturale (AA.VV., 2001). Attraverso la raccolta dei semi in natura e il loro deposito presso le «banche del germoplasma» è possibile conservare per lungo tempo il germoplasma delle piante (Linnington & Pritchard, 2001).

Le banche sono strutture che si fanno carico dell'intera filiera di trattamento dei semi fino a includere la reintroduzione negli ambienti naturali (Wyse Jackson

& Sutherland, 2000; Dominione *et al.*, 2005). Al fine di coordinare le banche e definire priorità, protocolli e azioni comuni (Bedini & Carta, 2009), a livello europeo sono stati creati alcuni *network* come ENSCONET e GENMEDOC (www.ensconet.eu; www.genmedoc.org) e in Italia RIBES (Bedini, 2007; Rossi *et al.*, 2006a). Per quanto riguarda la conservazione *ex situ* in Toscana, gli Orti Botanici universitari di Firenze, Pisa e Siena hanno concordato strategie comuni che prevedono di integrare i programmi *ex situ* con gli interventi *in situ* condotti nelle aree protette (Clauser *et al.*, 2005).

In questo lavoro sono presentati i risultati di una esperienza condotta con semi di *Ranunculus peltatus* Schrank subsp. *baudotii* (Godron) Meikle ex C.D.K. Cook originari dell'Isola di Capraia, per valutare la capacità germinativa dei semi e le potenzialità di coltivazione della pianta *ex situ*.

Ranunculus peltatus subsp. *baudotii* è un'idrofita radicante a distribuzione Mediterraneo-Atlantica inclusa nel subgen. *Batrachium* (DC.) A. Gray, comprendente gran parte dei ranuncoli italiani che vivono in acqua o in ambienti periodicamente inondati (Cook, 1982). La popolazione presente all'Isola di Capraia è l'unica stazione nota per l'Arcipelago Toscano. La specie è inclusa nell'allegato A della L.R. 56/2000 (Regione Toscana, 2000) e nella lista di attenzione ReNaTo (Sposimo & Castelli, 2005); costituisce la vegetazione idrofita flottante e radicante dello «Stagnone» (Foggi e Grigioni, 1999) corrispondente all'habitat di interesse comunitario «Acque con vegetazione flottante dominate da idrofite appartenenti a *Ranunculus* subgen. *Batrachium*» (Codice Natura 2000: 3260) riportato anche negli elenchi regionali (Regione Toscana, 2000; Sposimo & Castelli, 2005).

Il corpo d'acqua che ospita il popolamento («Lo Stagnone») si presentava fino al 1991 privo di *Typha latifolia* L. e *T. angustifolia* L., mentre attualmente queste megafiorite tendono a invadere lo specchio d'acqua, diminuendo la superficie adatta allo sviluppo delle specie flottanti. Dal 1998 è in corso un progetto (Foggi *et al.*, 2001) che prevede di limitare le cenosi dominate dalle tife in modo da evitare l'interramento e la perdita delle popolazioni di *Ranunculus peltatus* subsp. *baudotii* preservando così un habitat di interesse comunitario. Considerato le problematiche di germinazione relative a molti generi delle *Ranunculaceae* e dello stesso gene-

(*) Dipartimento di Biologia, Università di Pisa, via Luca Ghini 5, 56126 Pisa. E-mail: angelino_carta@yahoo.it

(**) Dipartimento di Scienze botaniche, ecologiche e geologiche, Polo bionaturalistico, via Piandanna 4, 07100 Sassari.

re *Ranunculus* (Baskin & Baskin, 1998) che presentano diversi aspetti di dormienza dei semi abbiamo affrontato aspetti di germinazione rivolti alla propagazione e alla coltivazione di questa idrofita.

Il lavoro si presenta come un primo approccio alla conservazione *ex situ* di una idrofita che presenta problematiche peculiari per la sua conservazione, sia in forma di semi attraverso la conservazione a lungo periodo presso banca del germoplasma sia in forma di collezioni vive attraverso la coltura di piante presso l'Orto Botanico.

MATERIALI E METODI

Per la gestione *ex situ* del germoplasma, realizzata presso la Banca del Germoplasma di Pisa sono state seguite procedure e protocolli riconosciuti a livello internazionale (ISTA, 2006; Bacchetta *et al.*, 2006) e le raccomandazioni contenute in ENSCONET (2009). La raccolta dei semi e delle piante è stata effettuata nei mesi di aprile e maggio 2009 da ricercatori dell'Università di Firenze. Il materiale è stato dapprima trasportato all'Orto Botanico di Firenze, dove i semi raccolti in natura hanno subito una lenta postmaturazione e le 5 piante raccolte sono state trapiantate in vasca dove hanno completato la maturazione dei frutti. Questa procedura ha evitato la dispersione dei semi nel mezzo acquatico e permesso di raccoglierne quasi tutti quelli prodotti. Tutte le analisi successive sono state effettuate con semi provenienti dalle piante prelevate in natura dopo la fioritura e che hanno maturato i frutti in coltivazione.

La pulizia del materiale è stata condotta preliminarmente con l'ausilio di setacci d'intermaglia variabile. Gran parte dei semi sono stati trattenuti dalle maglie di 860 micron, una seconda frazione è stata invece trattenuta dal setaccio a maglia 510 micron. A questo punto il materiale separato era ancora ricco di impurità fini. La lavorazione successiva è stata eseguita con una macchina da laboratorio (Agricullex, CB-1, Column Seed Cleaner) che attua una selezione di tipo gravimetrico, sfruttando un flusso d'aria che separa i materiali in base alla densità. Questa procedura è stata condotta attraverso ripetuti passaggi che ha permesso di standardizzare i semi in classi di peso specifico diverso, denominate con numeri corrispondenti all'intensità del flusso d'aria. Ogni classe è stata valutata dal punto di vista quantitativo, misurando il peso totale della stessa, il peso medio dei semi e calcolando il numero di semi: $N = (\text{peso di tutti i semi} / \text{peso di 100 semi}) * 100$.

Prima di eseguire le prove di germinazione, è stata valutata la qualità dei semi mediante prove di taglio (Bacchetta *et al.*, 2006) che ha permesso di stimare la percentuale di semi vuoti o danneggiati.

Una volta selezionato, il germoplasma è stato stoccato in una camera di deidratazione (T 15°C e 15% di u.r.). Per tutti gli esperimenti successivi sono stati usati semi provenienti dalla classe a peso specifico più alto (Classe 5). Abbiamo ritenuto non depauperare le risorse di germoplasma in accessione e impiegarne una modica quantità (Tab. 1), come raccomandato in ENSCONET (2009). Per misurare i principali parametri morfometrici (lunghezza, larghezza, spessore) di un campione di 30 semi è stato usato un calibro elettronico (0,01 mm di precisione). L'indice di forma dei semi è stato calcolato secondo la procedura proposta da Thompson *et al.* (1993).

Per valutare la qualità dei semi sono stati effettuati alcuni test di germinazione. Le procedure seguite per le prove di germinazione sono state messe a punto a partire da un'analisi dei protocolli già sperimentati per unità tassonomiche affini del genere *Ranunculus* riportati nel Seed Information Database (Liu *et al.*, 2008) e tenuto conto delle condizioni ambientali del sito di origine del germoplasma. Sono state eseguite 2 repliche per ogni prova i cui dettagli sono riportati in Tabella 2.

Le plantule ottenute dalla germinazione dei semi sono state trapiantate in vaso una settimana dopo la germinazione. Il terreno è stato preparato mescolando agriperlite e torba in percentuale rispettivamente del 70% e 30%. I trapianti successivi sono stati eseguiti cercando di stabilire l'optimum della resa vegetativa in condizioni non controllate, utilizzando contenitori adeguati alle dimensioni e substrati il più possibile simili a quelli dell'habitat naturale (sabbia silicea, torba e pietruzze di lava silicea). Anche in questo caso è stata mescolata sabbia e torba in parti uguali considerando che in condizioni sperimentali Kautsky (1991) ha osservato una crescita migliore di questo *taxon* in terreni misti rispetto a quelli puri di sabbia o argilla.

All'inizio dell'autunno (ottobre) 7 piantine sono state trapiantate in una vasca posta in serra fredda e alimentata con acqua piovana raccolta in serbatoi. Altre 5 piante sono state poste in una vasca esterna, alimentata con acqua di falda. I due trattamenti sono volti a testare la capacità di adattamento delle piante a differenti condizioni di a) chimismo dell'acqua (pH, nitrati e salinità) b) condizioni climatiche c) competizione biologica.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Pulizia del materiale

La verifica attraverso prove di taglio e osservazioni allo stereoscopio hanno dimostrato che le classi separate a bassa intensità del getto d'aria sono costituite in massima parte da semi vuoti, rispetto a quelli ben formati.

Tab. 1 - Origine e quantità di semi impiegati nel corso della ricerca.

Peso specifico	Origine	Numero di semi (stimato)	Semi impiegati	
			Prove di taglio	Prove di germinazione
Classe 5	Piante prelevate in natura e frutti maturati in coltivazione	1597	20	84

Tab. 2 - Protocolli di germinazione seguiti.

Prove	Repliche	Semi per replica	Pretrattamento (30 giorni)	Substrato di germinazione	Condizioni di germinazione
a	1, 2	10	ciclo di 12 ore 25/15°C, 0/24, imbibiti	Agar 1%	6°C, 0/24
b	1, 2	10	30°C, 0/24, imbibiti	Agar 1%	6°C, 0/24
c	1, 2	10	30°C, 0/24, non imbibiti	Agar 1%	6°C, 0/24
d	1, 2	12	Ambiente di laboratorio, imbibiti	Agar 1%	Ambiente di laboratorio

In Tabella 3 sono riportati i dati relativi alle pesature e conseguente stima del numero totale di semi appartenenti alle due classi con peso specifico più alto; nelle Figure 1 e 2 sono illustrati i semi delle rispettive classi.

Morfometria

Le analisi morfometriche hanno consentito una più dettagliata caratterizzazione dell'unità tassonomica in esame. L'indice di forma (Tab. 3) è molto vicino a zero, caratteristica tipica dei semi piccoli e rotondi di *taxa* capaci di realizzare una banca dei semi persistente nel suolo (Thompson *et al.*, 1993). L'abilità di costituire una banca dei semi persistente nel suolo risulta efficace a superare periodi di aridità (Grillas *et al.*, 1993), fattore decisivo nell'autoecologia di questo *taxon* (Van Viersen

& Verhoeven, 1983), adatto ad uno stile di vita anfibio e che sembra preferire habitat aperti e disturbati (Maitland & Morgan, 1997). L'alto investimento delle risorse nella riproduzione sessuale è molto importante per le popolazioni di macrofite soggette alle forti fluttuazioni annuali caratteristiche degli stagni mediterranei (Morgan & Boy 1982; Grillas 1990), dove un'abbondante germinazione dei semi si realizza proprio nelle stagioni più favorevoli (Grillas *et al.*, 1993).

Capacità germinativa

Le prove di germinazione hanno avuto duplice scopo: a) conoscenza preliminare delle modalità di germinazione e b) valutazione qualitativa dei semi. Per quanto riguarda il primo punto, le capsule germinate fanno

Tab. 3 - Classi di peso specifico, numero di semi stimati, indice di forma.

Classe	5	4.5
Peso di tutti i semi (g)	0,97878	0,39696
Peso di 100 semi (g)	0,06135	0,04061
Peso stimato di 1 seme (mg)	0,6135	0,4061
Numero di semi stimato	1595	978
Lunghezza media	1,76 ± 0,27	-
Larghezza media	1,15 ± 0,19	-
Spessore medio	0,83 ± 0,13	-
Indice di forma	0,037034931	-

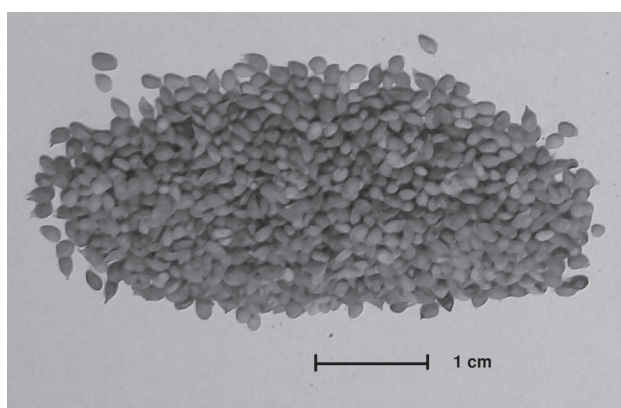


Fig. 1 - Semi della Classe 5.

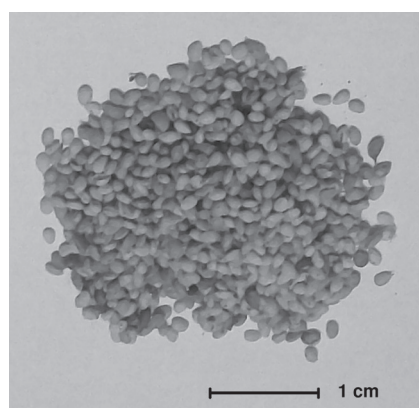


Fig. 2 - Semi della classe 4.5.

riferimento ai trattamenti **a** e **c** (Tab. 2). La germinazione ha avuto luogo in frigorifero alla temperatura di 6°C, preceduta da stratificazione a caldo (30°C) in accordo con l'andamento delle condizioni ambientali nel sito di origine (Foggi & Grigioni, 1999). I risultati ottenuti non consentono di identificare il tipo di dormienza dei semi di questa specie, considerato il numero di repliche e di semi per replica utilizzato, ma permettono tuttavia di evidenziare problematiche relative ad una componente fisiologica della dormienza, che necessita di ulteriori e più approfonditi studi per poter essere identificata.

Conservazione dei semi

Le operazioni di pulizia hanno consentito di selezionare il materiale in classi di peso specifico, e creare 2 subplotti riferiti alle classi di peso specifico 5 e 4.5 composte rispettivamente di 1595 e 978 semi (Tab. 3). Il materiale è conservato in cella di essiccazione e solo al termine degli studi attualmente in corso sarà possibile verificare l'effettiva tolleranza alla deidratazione dei semi e la conservazione a lungo termine di questa specie.

Al momento non è possibile affermare che il materiale conservato possa garantire una effettiva conservazione *ex situ* della popolazione di origine, per questo motivo risulta di particolare rilievo la coltivazione delle piante e la moltiplicazione vegetativa delle stesse presso le strutture dell'Orto Botanico.

Coltivazione

Il trapianto delle plantule è stato effettuato il 7 agosto 2009 in condizioni subaeree. Dopo il trapianto nei vasetti si è avuta la perdita di 3 plantule, le piantine sopravvissute si sono ben adattate e hanno sviluppato le prime vere foglie di tipo filiforme ingrossato. È possibile che la perdita delle plantule sia dovuta alla competizione per lo spazio nel vasetto. Anche Kautsky (1991) ha messo in evidenza che in condizioni sperimentali gli effetti della competizione intraspecifica possono essere superiori a quelli della competizione interspecifica; di questo aspetto occorre tener conto anche durante le fasi di trapianto e coltivazione successive.

Le piantine sono state trapiantate nelle vasche quando avevano raggiunto i 10 cm di altezza (inizio ottobre 2009), facendo attenzione che fossero posizionate in modo che le foglie riuscissero a raggiungere la superficie dell'acqua.

Le piante poste nella vasca in serra fredda e alimentata con acqua piovana hanno mostrato una maggiore capacità adattativa, testimoniata dalla crescita veloce che ha loro permesso di occupare gran parte dello spazio disponibile e dall'emissione, in pochi giorni, delle foglie filiformi; quelle di tipo filiforme ingrossato

(subaeree) sono rimaste vitali anche se completamente sommerse. L'eterofilia risulta correlata all'estrema plasticità fenotipica in funzione della variazione dei fattori ambientali (Garbey *et al.*, 2004), e implicata nella difficile tassonomia del gruppo (Cook, 1986).

Dal punto di vista del chimismo dell'acqua, la specie si può trovare in condizioni molto diverse: acque dolci o salmastre (Cook, 1982), anche con contenuto di sali fino a 1% (Kautsky, 1991), meso-eutrofiche (Brullo *et al.*, 2001), generalmente a pH basico (Passarge, 1992). Le analisi chimiche dell'acqua dello Stagnone indicano una buona concentrazione di azoto e soprattutto fosforo tale da definirsi eutrofico ma soprattutto un pH di 6.4 (Lastrucci *et al.*, 2009).

Per saggiare la capacità di adattamento delle piante a differenti condizioni fisico-chimiche dell'acqua, 5 piantine sono state trapiantate in una vasca esterna alimentata con acqua di falda, con una carica di nitrati, carbonati e cloruri superiore rispetto all'acqua piovana. Al momento non si registrano particolari segnali di sofferenza delle piante della vasca esterna, ma è opportuno considerare che le precipitazioni dei mesi di ottobre e novembre hanno diluito l'acqua di falda che riempiva la vasca. Rispetto alle piante poste in serra fredda, è stata osservata una ridotta capacità di occupare lo spazio, probabilmente dovuta alle temperature più basse e alla competizione biologica di *Lemna minor* e alghe mucilaginosi; inoltre le piante esterne presentano internodi più corti e ingrossati, foglie brevi e nel complesso sembrano più robuste anche se di dimensioni inferiori.

CONCLUSIONI

Sono stati presentati i primi risultati dello studio mirato alla conservazione *ex situ* del popolamento di *Ranunculus peltatus* subsp. *baudotii* dell'Isola di Capraia.

Le prove di germinazione hanno dimostrato una medio-bassa capacità germinativa dei semi. Al fine di validare il protocollo più sicuro, approfondire le conoscenze sulle modalità di germinazione e completare la caratterizzazione bio-ecologica dei semi, sono in corso nuovi studi anche attraverso prove di germinazione in sequenza che potranno mettere in evidenza una differenziazione tra i semi a proposito del comportamento germinativo.

Le piante hanno risposto bene al trapianto e si sono adattate alle diverse condizioni delle due vasche, anche se in quella esterna è stata osservata una minor capacità di crescita. Le condizioni di crescita nella vasca esterna permetteranno di osservare eventi che si verificano anche in natura, come la competizione tra le piante e condizioni di stress idrico o agli estremi termici.

Tab. 4 - Prove di germinazione.

Prove	Repliche	Numero di semi	Germinati	Percentuale	Inizio delle prove	Emissione radichetta
a	1, 2	20	10	50%	09/06/2009	28/07/2009
b	1, 2	20	0	0%	09/06/2009	-
c	1, 2	20	8	40%	09/06/2009	30/07/2009
d	1, 2	24	0	0%	09/06/2009	-

Durante periodi favorevoli, in natura la riproduzione di *Ranunculus peltatus* subsp. *baudotii* sembra percorrere la via vegetativa attraverso corpi (buds) ascellari (Kautsky, 1990), inadatti a superare periodi aridi (Grillas *et al.*, 1993). La riproduzione vegetativa è stata ampiamente adottata dall'Orto Botanico di Lecce come modalità di moltiplicazione (Accogli & Marchiori, 2006) e sarà oggetto di prove anche con le piante in coltivazione a Pisa.

Attualmente, in Italia esistono pochi studi approfonditi di biologia della conservazione finalizzati alla conservazione e alla gestione di specie a rischio di estinzione (Bacchetta *et al.*, 2008). Nell'ambito dell'integrazione della conservazione *in situ/ex situ*, che prevede tra le altre cose anche la collaborazione delle diverse competenze degli Orti Botanici universitari toscani (Pisa-Firenze-Siena), questa esperienza è una delle prime in Toscana. Nel caso specifico una spinta in tal senso si è avuta dalla necessità di evitare la perdita delle popolazioni di *Ranunculus peltatus* subsp. *baudotii* dell'Isola di Capraia (Foggi *et al.*, 2001) e di realizzare un Archivio Nazionale degli interventi di reintroduzione delle piante minacciate (Rossi *et al.*, 2006b).

L'obiettivo finale di queste ricerche è di acquisire conoscenze utili ad assicurare un approccio integrato della conservazione *in situ/ex situ* del popolamento in previsione degli interventi di rimozione delle cenosi a *Typha* sp. pl. e *Phragmites australis* per ripristinare le condizioni idonee allo sviluppo della vegetazione acquatica (Lastrucci *et al.*, 2009).

RINGRAZIAMENTI

Ricerca eseguita con fondi MIUR, nell'ambito del Progetto di Ricerca di Interesse Nazionale dal Titolo «Valutazione delle collezioni di semi di specie spontanee italiane in rapporto alle esigenze della conservazione *ex situ*» (2009-2010).

Gli autori ringraziano la Dott.ssa Marina Clauser e il Dott. Bruno Foggi per i preziosi consigli forniti e Piero Micheletti per l'assistenza alla coltivazione delle piante. Si desidera inoltre ringraziare il Parco Nazionale «Arcipelago Toscano».

BIBLIOGRAFIA

Accogli R., Marchiori S., 2006. Ex situ conservation and rare plants propagation in the Lecce Botanical Garden: reproductive biology problems. *Caryologia* 59 (4): 345-349.

AA.VV., 2001. «Piano d'azione per i Giardini Botanici nell'Unione Europea». *Inform. Bot. Ital.* 33 (2): 1-66.

Bacchetta G., Fenu G., Mattana E., 2008. Studi di biologia della conservazione di specie vegetali endemiche della Sardegna nell'ambito del progetto GENMEDOC. *Webbia* 63 (2): 293-307.

Bacchetta G., Fenu G., Mattana E., Piotto B. & Virevaire M. (eds.), 2006. Manuale per la raccolta, studio, conservazione e gestione *ex situ* del germoplasma. APAT - Manuali e Linee guida 37: 1-244.

Baskin C.C., Baskin J.M., 1998. Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. Academic Press, San Diego, USA.

Bedini G. 2007. Ex situ conservation of native plants in Italy through a national network of seed banks. In: Venturella G. (ed.), *Abstracts of the XII OPTIMA Meeting*, Pisa, 10-16/9/2007: 131.

Bedini G., Carta A., 2009. A national research project for the ex situ conservation and characterization of the Italian threatened wild flora: The contribution of the Botanic Garden of Pisa. *Enscenews* V: 22-23.

Brullo S., Scelsi F., Spampinato G., 2001. La Vegetazione dell'Aspromonte. Studio fitosociologico. Laruffa Editore, 368 pp.

Clauser M., Bedini G., Perini C., Casadio A., 2005. La conservazione *ex situ* negli Orti botanici universitari della Toscana. *Inform. Bot. Ital.* 37 (parte A): 128-129.

Cook C.D.K., 1982. *Ranunculus* L. subgen. *Batrachium* (DC.) A. Gray. In: Pignatti S., 1982. Flora d'Italia, 1. Edagricole, Bologna.

Cook C.D.K., 1986. *Ranunculus* L. subgen *Batrachium* (DC.) A. Gray. In: Castroviejo, S., et al. (Eds.), Flora Iberica I. CSIC, Madrid, pp. 279-371.

Dominione V., Rossi G., Foggi B., Parolo G., 2005. Verso un archivio nazionale degli interventi di reintroduzione delle piante minacciate della flora spontanea italiana: prima realizzazione di un sito web. *Inform. Bot. Ital.* 37 (1A): 130-131 (5-12).

ENSCONET, 2009. ENSCONET Protocolli di trattamento & Raccomandazioni. Versione italiana di: ENSCONET Curation Protocols & Recommendations. A cura di: Royal Botanic Gardens, Kew.

Foggi B., Grigioni A., 1999. Contributo alla conoscenza della vegetazione dell'Isola di Capraia (Arcipelago toscano). *Parlatorea* 3: 5-33.

Foggi B., Sposimo P., Grigioni A., Sanesi G., 2001. Interventi per la conservazione della biodiversità: Capraia e piccole isole dell'Arcipelago toscano. *Inform. Bot. Ital.* 33 (1): 152-155.

Garbey, C., Thiébaud, G., Muller, S., 2004. Morphological plasticity of a spreading aquatic macrophyte, *Ranunculus peltatus*, in response to environmental variables. *Plant Ecol.* 173: 125-137.

Grillas P., 1990. Distribution of submerged macrophytes in the Camargue in relation to environmental factors. *J. Vegetation Sci.* 1: 393-402.

Grillas P., García-Murillo P., Geertz-Hansen O., Marbá N., Montes C., Tan-Ham L., Grossman A., 1993. Submerged macrophyte seed bank in a Mediterranean temporary marsh: abundance and relationships with established vegetation. *Oecologia* 94: 1-6.

ISTA, 2006. International rules for seed testing. Edition 2006. The International Seed Testing Association (ISTA), Bassersdorf.

IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.2. <http://www.iucnredlist.org/>

Kautsky L., 1990. Seed and tuber banks of aquatic macrophytes in the Asko area, northern Baltic proper. *Holarctic Ecology* 13: 143-148.

Kautsky L., 1991. In situ experiments on interrelationship between six brackish macrophyte species. *Aquatic Botany* 39: 159-172.

Lastrucci L., Foggi B., Mantarano N., Ferretti G., Calamassi R., Grigioni A., 2010. La vegetazione del laghetto «Lo Stagnone» (Isola di Capraia, Toscana). *Atti. Soc. Tos. Sci. Nat., Mem., Serie B*, 116 (2009): 17-25.

Linington S.H., Pritchard H.W., 2001. Genebanks. p 165-181. In: *Encyclopaedia of biodiversity*. Volume 3. S Levin (editor-in-chief). Academic Press.

Liu K., Eastwood R.J., Flynn S., Turner R.M., Stuppy W.H., 2008. Seed Information Database (release 7.1, May 2008). <http://www.kew.org/data/sid>

Maitland P.S., Morgan N.C., 1997. Conservation Management of Freshwater Habitats - Lakes, Rivers, and Wetlands. Chapman & Hall, London.

Morgan N.C., Boy V., 1982. An ecological survey of standing waters in North West Africa. I. Rapid survey and classification. *Biol. Cons.* 24: 5-44.

Passarge H., 1992. Mitteleuropäische *Potamogetonetea* I. *Phytocoenologia* 20 (4): 489-527.

Regione Toscana, 2000. Legge Regionale 6 aprile 2000, n. 56. Norme per la conservazione e la tutela degli habitat naturali e seminaturali, della flora e della fauna selvatiche.

Rossi G., Bonomi C., Bedini G., 2006a. Conservazione *ex situ* della flora spontanea italiana: RIBES, una nuova iniziativa nazionale. *Inform. Bot. Ital.* 38 (1): 236-247.

Rossi G., Grossoni P., Dominione V., Foggi B., Miniati C., 2006b. L'Archivio Nazionale degli interventi di reintroduzione delle piante minacciate della flora spontanea italiana: sviluppi e prospettive. Abstracts del 101° Congresso della Società Botanica Italiana Onlus. Reggia di Caserta 27-29 Settembre 2006.

Sposimo P., Castelli C. (a cura di), 2005. La biodiversità in Toscana. Specie e habitat in pericolo. Archivio del Repertorio Naturalistico Toscano (RENATO). Regione Toscana, Firenze.

- Thompson K., Band S.R., Hodgson J.G., 1993. Seed Size and Shape Predict Persistence in Soil. *Functional Ecology* 7 (2): 236-241.
- Van Vierssen W., Verhoeven J.T.A., 1983. Plant and animal communities in brackish supra-littoral pools ('dobben') in the northern part of the Netherlands. *Hydrobiologia* 98 (3): 203-221.
- Wyse Jackson P.S., Sutherland L.A. 2000. International Agenda for Botanic Gardens in Conservation. Botanic Gardens Conservation International, U.K., London.

(ms. pres. il 15 ottobre 2009; ult. bozze il 25 giugno 2010)