

## MONITORAGGIO E CONSERVAZIONE DELLA FLORA E DELLA VEGETAZIONE COSTIERA NELL'AREA MARINA PROTETTA DI CAPO CARBONARA (SARDEGNA SUD ORIENTALE)

Gianluigi Bacchetta, Giuseppe Fenu, Efsio Mattana, Paolo Mulè  
Centro Conservazione Biodiversità (CCB), Dipartimento di Scienze Botaniche  
Università di Cagliari. Viale S. Ignazio da Laconi, 13 - 09123 Cagliari  
Tel.: 0039 070 6753508-9, Fax.: 0706753509  
E-mail: [bgsar@ccb-sardegna.it](mailto:bgsar@ccb-sardegna.it)

**Riassunto** – Vengono illustrati i primi risultati del progetto “Conservazione della biodiversità vegetale nell’Area Marina Protetta di Capo Carbonara”. Tale iniziativa promossa dal CCB e dal Comune di Villasimius (CA), è stata finanziata per il triennio 2005/07 dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Il progetto prevede lo studio, il monitoraggio e la conservazione degli habitat costieri. Durante il primo anno si sono avviati gli studi di carattere ecologico, floristico-sociologico e corologico, anche attraverso l’individuazione di quadrati permanenti, al fine di valutare lo stato attuale di conservazione e poter proporre adeguate misure di gestione sostenibile.

Per poter garantire una effettiva conservazione della biodiversità vegetale si è provveduto alla raccolta, studio e conservazione *ex situ* a lungo periodo del germoplasma relativo alle entità maggiormente minacciate presso le strutture della Banca del Germoplasma della Sardegna (BG-SAR).

**Abstract** – *The first results of the project “Plant Biodiversity Conservation in the Sea Protected Area of Cape Carbonara” are illustrated. This initiative promoted by the CCB and the Municipality of Villasimius (CA) was funded for three-year period (2005/07) by the Ministry of the Environment and Territory protection.*

*The project provides the study, monitoring and conservation of the coastal habitat. During the first year there were started the ecological, floristic-sociological and chorological studies, sometimes by the means of the individuation of the permanent plots in order to value the actual state of the conservation and have a possibility to propose the adequate measures of the sustainable management.*

*In order to guarantee an effective plant biodiversity conservation there was done the following: ex situ collecting, study and its conservation for a long time of the seed in the structures of the Sardinian Seed Bank (BG-SAR).*

## Introduzione

Il Centro Conservazione Biodiversità (CCB) ha come obiettivo principale lo studio, la conservazione (*in situ* ed *ex situ*) e la gestione della diversità vegetale della Sardegna e più in generale dei territori insulari del Mediterraneo occidentale [1]. Le strategie di conservazione *ex situ* vengono attuate dalla Banca del Germoplasma della Sardegna (BG-SAR) [16]. Allo stesso tempo il CCB opera per garantire la conservazione *in situ* delle entità vegetali e degli habitat, attraverso un monitoraggio delle popolazioni e del loro *status* di conservazione [3]. Coniugando tali strategie con quanto sancito dal decreto istitutivo dell'Area Marina Protetta di Capo Carbonara, è stato possibile proporre, all'inizio del 2005, un progetto volto alla conservazione della diversità vegetale dei territori della Sardegna sud-orientale. Le finalità sono quelle di raccogliere, conservare e studiare tutte le unità tassonomiche rare o minacciate, endemiche, di rilevante interesse fitogeografico o di potenziale impiego in ripristini o recuperi ambientali presenti nei territori in oggetto [2].

Il territorio di studio è costituito dalle aree costiere ed insulari dell'AMP di Capo Carbonara. Dal punto di vista biotico l'importanza del territorio è testimoniata dalla presenza di 3 pSIC, 2 ZPS istituite e una in corso di istituzione.

Numerose sono le specie vegetali endemiche esclusive o ad areale limitato, distribuite prevalentemente nelle isole dei Cavoli e di Serpentara. In proposito è da rilevare l'abbondanza di *Brassica insularis* Moris (All. II e IV DIR. 92/43/CEE) nella sola Isola dei Cavoli. L'Isola di Serpentara costituisce invece il *locus classicus* per due endemismi recentemente descritti [4]: *Ferula arrigonii* Bocchieri, endemita sardo-corsa limitata a poche aree costiere e insulari e *Silene valsecchiae* Bocchieri, endemita esclusiva della Sardegna orientale. Lungo tutta la fascia costiera sono presenti altri importanti endemismi tra cui citiamo: *Linaria flava* (Poir.) Desf. ssp. *sardoa* (Sommier) A. Terracc., *Limonium retirameum* Greuter et Burdet, *Carduus fasciculiflorus* Viv., *Verbascum conocarpum* Moris, *Helicodicerus muscivorus* (L. f.) Engler, *Scrophularia trifoliata* L., *Bryonia marmorata* Petit, *Aristolochia tyrrhena* Nardi et Arrigoni, *Lotus cytisoides* L. ssp. *conradiae* Gamisans e *Helichrysum microphyllum* (Willd.) Camb. ssp. *tyrrhenicum* Bacch., Brullo et Giusso.

Gli ecosistemi dunari sono ancora oggi ben conservati e si ha la possibilità di vedere, in diverse località, tutto il geosigntaxa psammofilo, dalla vegetazione erbacea annuale sino a quella forestale dei gineprei dell'habitat prioritario "Dune costiere con *Juniperus* spp.". Risultano di grande valore i popolamenti a *Crucianella maritima* L. che, seppur frammentati, occupano il retroduna e fanno parte dell'habitat "Dune fisse del litorale del *Crucianellion maritimae*"; così pure le formazioni ad *Otanthus maritimus* (L.) Hoffmanns. et Link, limitate alla sola località di Cava Usai e diffuse in pochissime altre stazioni della costa sud-orientale. Le pareti e gli anfratti rocciosi fronte mare sono occupati dall'associazione *Crithmo maritimi-Limonietum retiramei* Mossa et Tamponi 1978 corr., inseribile nell'habitat "Scogliere con vegetazione delle coste mediterranee con *Limonium* spp. endemici". Lo stagno di Notteri occupa l'area retrodunale della spiaggia di Porto Giunco, ha una superficie di 34 ha circa e presenta una vegetazione alofila riferibile all'habitat prioritario "Steppe salate mediterranee (*Limonietalia*)"; mentre il fondo melmoso è colonizzato dall'associazione idrofila lagunare *Chaetomorpha-Ruppium* Br.-Bl. 1952 dell'habitat prioritario "Lagune costiere" [17]. In ambito marino, buona parte dei fondali mobili, poco profondi, è colonizzata da praterie di *Posidonia oceanica* Delile, riferibili all'habitat prioritario "Praterie di Posidonie (*Posidonium oceanicae*)".

## Materiali e metodi

Per valutare la qualità e lo stato di conservazione del territorio è in corso di realizzazione uno studio della vegetazione attraverso rilevamenti fitosociologici, eseguiti secondo il metodo della scuola sigmatista di Zurich-Montpellier [5]. Allo scopo di stimare il livello d'inquinamento floristico, e quindi lo stato di conservazione, per ogni associazione presente viene anche calcolato il numero di specie esotiche e ruderali presenti e il rapporto con il numero medio di specie della comunità [6].

Lo studio degli habitat prevede inoltre indagini di tipo ecologico e corologico, anche attraverso la realizzazione di quadrati permanenti (plot) indicati con picchetti metallici; per ogni punto sono state rilevate le coordinate GPS (coordinate geografiche, Datum WGS84). Con cadenza semestrale, generalmente prima dell'inizio della stagione turistica e al termine della stessa, viene eseguito un monitoraggio dei plot attraverso il conteggio del numero di individui di *Juniperus oxycedrus* L. ssp. *macrocarpa* (Sibth. et Sm.) Neilr. presenti e un rilevamento floristico-sociologico, oltre alla compilazione della scheda demografica e di quella fenologica [3]. Periodicamente viene eseguito un monitoraggio finalizzato alla realizzazione di rilievi fitosociologici di tipo sinusiale [10], al fine di avere una copertura di tutte le diverse stagioni fenologiche. Gli studi delle popolazioni e i monitoraggi *in situ*, realizzati sulla base delle indicazioni metodologiche elaborate in seno al progetto Interreg IIIB "GENMEDOC" [3], prevedono il censimento del numero di individui, suddivisi in classi d'età (plantule, giovani e riproduttori), la delimitazione della superficie delle popolazioni attraverso il rilevamento delle coordinate perimetrali, il rilevamento quali-quantitativo dei dati stazionali, oltre all'individuazione di rischi e pericoli attuali o potenziali, anche in relazione alla presenza o meno di misure di protezione. La scelta delle popolazioni dei *taxa* da monitorare è stata fatta sulla base della criticità e del reale rischio di estinzione degli stessi, privilegiando entità rare, localizzate o d'interesse comunitario. Anche in questo caso sono stati realizzati dei quadrati permanenti localizzati principalmente sulle isole.

Per la gestione *ex situ* del germoplasma vengono seguite le procedure e i protocolli riconosciuti a livello internazionale [3; 8; 12]. Le campagne di raccolta vengono preventivamente pianificate sulla base della fenologia delle unità tassonomiche selezionate, a partire dagli studi esistenti e dalle conoscenze dirette acquisite negli anni. Il momento ideale per la raccolta, la quantità del materiale ed i metodi di campionamento sono disciplinati da criteri etico-scientifici che garantiscono una elevata qualità del materiale prelevato ed evitano il depauperamento delle risorse genetiche *in situ* [11]. Il germoplasma raccolto non viene introdotto nella banca prima di aver superato un periodo di quarantena durante il quale si verifica che il materiale non sia contaminato da patogeni e/o parassiti. All'ingresso in banca, dopo aver registrato i lotti e i dati relativi alle singole accessioni, il germoplasma viene stoccato in un locale a parametri ambientali controllati ( $T < 20^{\circ}\text{C}$  e u.r.  $< 40\%$ ) che permette una lenta e graduale postmaturazione. Raggiunti i requisiti adeguati, il materiale viene pulito con metodi manuali e meccanici mediante l'utilizzo di setacci ad intermaglia variabile o separatori gravimetrici. Contestualmente ogni accessione viene analizzata dal punto di vista quantitativo, calcolando il peso totale della stessa, il peso medio del seme e di conseguenza il numero di semi puliti [3]. Una volta selezionato, il germoplasma viene stoccato in una camera di deidratazione ( $T 15^{\circ}\text{C}$  e  $15\%$  di u.r.) [12] allestita con due deumidificatori ad assorbimento chimico e un condizionatore per il

controllo della temperatura, comandati elettronicamente da un umidostato. L'umidità interna dei semi viene costantemente monitorata in modo da poter valutare il loro grado di deidratazione e il raggiungimento dei parametri ottimali per la conservazione a lungo termine. Dopo aver verificato che il contenuto di umidità dei semi sia compreso tra il 3,5 % (per quelli aventi un alto contenuto in olii) e il 6,5 % (per i semi a basso contenuto in olii) [15], questi vengono conservati a -25°C in cella frigorifera (collezione di base); il materiale può anche essere conservato ad una temperatura compresa tra 0 e 5°C (collezione attiva), per l'esecuzione di studi e test quali le prove di germinazione. L'individuazione dei protocolli di germinazione avviene attraverso l'implementazione di uno schema decisionale [3] che prevede una analisi bibliografica preliminare, la consultazione di algoritmi e protocolli di germinazione già sperimentati per unità tassonomiche affini [9; 13], l'applicazione di eventuali pretrattamenti [14] e l'esecuzione delle prove di germinazione con parametri ambientali variabili a seconda dei dati presenti. Per le prove di germinazione sono state utilizzate 4 repliche da 25 semi ciascuna racchiuse in capsule Petri in vetro con 3 fogli di carta da filtro per substrato, sterilizzate in autoclave; la semina ed i successivi controlli sono stati eseguiti in condizioni di sterilità biologica sotto cappa a flusso laminare. Per tutte le prove eseguite sono stati determinati i seguenti parametri: capacità germinativa, espressa come valore percentuale degli individui germinati, ritardo di germinazione che rappresenta il tempo necessario (in giorni) per avere la prima germinazione, T50, ovvero il tempo necessario per il raggiungimento del 50 % della capacità germinativa finale [7], indice del vigore dei semi e la durata, ossia il tempo necessario (in giorni) per avere l'ultima germinazione. Le plantule prodotte a seguito dei test di germinazione vengono allevate su terreno sterilizzato e in condizioni ambientali controllate (camera di crescita con fotoperiodo di 12/12 e temperatura costante di 20°C); successivamente vengono trapiantate in terreno a composizione variabile su banchi termoriscaldati per individuare il substrato ottimale necessario alla coltura e moltiplicazione.

## Risultati

In questa prima fase del progetto è stato realizzato un elenco floristico, attualmente costituito da 593 unità tassonomiche, in base all'indagine bibliografica e all'analisi dei campioni depositati presso *Herbarium CAG*; la checklist viene costantemente integrata con le osservazioni e raccolte derivanti dalle escursioni in campo. Particolare attenzione è stata rivolta allo studio degli habitat; tra questi sono stati scelti quelli in cui si ritrovano le popolazioni dei taxa selezionati, nonché quelli prioritari ai sensi della Direttiva e maggiormente esposti a degrado o depauperamento. Sulla base della forte vocazione turistica del territorio sono stati selezionati habitat estremamente fragili e localizzati nei sistemi dunari, oggetto dell'impatto diretto e indiretto dell'attività turistica quali: "Dune mobili del cordone litorale con presenza di *Ammophila arenaria* (Dune bianche)", "Dune fisse del litorale del *Crucianellion maritimae*" e "Dune costiere con *Juniperus* spp.", habitat prioritario. Per tali habitat è stato avviato lo studio attraverso tecniche di rilevamento fitosociologico e il monitoraggio grazie alla realizzazione di quadrati permanenti. Parallelamente sono stati rilevati sul campo i dati relativi alle maggiori cause di degrado di tali habitat, legate principalmente a pressioni di natura antropica, ma anche a fenomeni di invasività di specie aliene. Sono state, infatti, rilevate tutte le aree sulle quali sono presenti

specie alloctone, al fine di poter proporre un piano di progressiva eliminazione e sostituzione con le specie strutturali autoctone. Durante la prima annualità è stato avviato il monitoraggio delle popolazioni delle entità selezionate, in particolare di *Ferula arrigonii*, *Silene valsecchiae*, *Helicodiceros muscivorus* e *Brassica insularis*. Per lo studio delle popolazioni sono stati realizzati dei quadrati permanenti di 50 m<sup>2</sup> localizzati sulle Isole; in particolare per *Ferula arrigonii* e *Helicodiceros muscivorus* sono presenti un plot sull'Isola di Serpentara, in area di tutela integrale, quindi non interessata da disturbo antropico e uno sull'Isola dei Cavoli. Il plot relativo a *Brassica insularis* si trova sull'Isola dei Cavoli. Per queste specie sono state rilevate le coordinate perimetrali delle diverse popolazioni volte a determinare l'esatta distribuzione spaziale e i dati fenologici utili per gli studi di carattere biologico-riproduttivo. Per quanto riguarda invece *Silene valsecchiae*, non essendo possibile realizzare degli studi su plot permanenti, si è proceduto attraverso il conteggio di ogni individuo e il rilevamento delle coordinate relative, al fine di poter ottenere una restituzione cartografica della distribuzione della specie.

Dai rilievi realizzati all'interno dei quadrati permanenti, si osserva come all'inizio della stagione turistica si ritrovano numerose plantule di ginepro che non si rinvergono alla fine dell'estate. Il calpestio sembra avere un ruolo determinante nel limitare lo sviluppo della vegetazione. Altra minaccia presente e in costante crescita è quella costituita dalla presenza di specie aliene altamente invasive quali *Carpobrotus acinaciformis* (L.) L. Bolus, *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill e *Acacia saligna* (Labill.) H.L.Wendl., ampiamente diffuse su tutti i litorali. Per quanto riguarda lo studio delle popolazioni, i dati disponibili non sono ancora sufficienti per formulare delle ipotesi sul loro stato di conservazione.

Le prime analisi relative alle popolazioni di *Ferula arrigonii* indicano la diffusione di questa entità principalmente sull'Isola di Serpentara, sulla quale è presente una popolazione costituita da circa mille individui. Tale specie risulta più sporadica sull'Isola dei Cavoli, dove ne sono stati censiti un centinaio di esemplari, e invece appare completamente assente nelle aree costiere. I primi dati dei quadrati permanenti indicano una differenza significativa tra l'andamento demografico del plot di Serpentara, sul quale non si registra alcun impatto di natura antropica e quello dell'Isola dei Cavoli; la densità media degli individui in primavera presenta valori simili tra le due Isole (1,44 individui e 1,32 individui per metro quadrato) mentre in estate la densità media di Serpentara si attesta a 0,56 individui/m<sup>2</sup> mentre quella dei Cavoli mostra un calo molto più accentuato (0,02 individui/m<sup>2</sup>). Le analisi fenologiche portano a ipotizzare una alternanza tra annualità in cui si hanno grandi fioriture e fruttificazioni e anni in cui solo pochi individui portano a compimento il ciclo fenologico. Molto particolare risulta essere la situazione di *Silene valsecchiae*, della quale è stata individuata solo una piccolissima popolazione (circa 50 individui) sull'Isola dei Cavoli, mentre a Serpentara è molto più abbondante e distribuita su una superficie più ampia. *Helicodiceros muscivorus*, risulta molto diffusa sia a Serpentara sia ai Cavoli e sembra ipotizzabile una ampia diffusione della specie in relazione all'elevato tasso di nitrofilia dovuta alla presenza di una consistente colonia di gabbiani reali. L'andamento demografico relativo ai plot posizionati sulle due isole è analogo con una densità primaverile di 0,5 individui/m<sup>2</sup> per tutti i plot e di 0,15-0,2 individui/m<sup>2</sup> in piena estate, quando la pianta si trova già nel periodo di stasi vegetativa. I dati relativi a *Brassica insularis* confermano la presenza della specie su tutta l'Isola dei Cavoli e la completa assenza sia sull'Isola di Serpentara, sia sul litorale. I primi dati demografici indicano una elevata capacità germinativa *in situ* (ben 196 plantule su un totale di 216 individui censiti

all'interno del plot), alla quale si accompagna una forte mortalità estiva; infatti di tutte le plantule presenti non ne sopravvive alcuna.

Per quanto concerne la raccolta di germoplasma si è provveduto al prelievo del materiale di *taxa* ad elevato rischio d'estinzione e di entità strutturali o di potenziale impiego nei recuperi e ripristini ambientali. In totale sono state raccolte e conservate 39 accessioni relative a 24 unità tassonomiche (tabella 1). Inoltre, grazie all'autorizzazione concessa al CCB dalla Direzione Protezione della Natura del Ministero, in deroga al DPR 357/97, modificato dal 120/03, si è proceduto alla raccolta del germoplasma di *Brassica insularis*; lotti di tale specie sono stati duplicati presso altre strutture accreditate a livello internazionale per garantire un'efficace conservazione *ex situ* [2].

Tabella 1 – Accessioni raccolte e conservate presso BG-SAR. *Accessions collected and conserved in BG-SAR.*

TAXON	CODICE	LOCALITA'	DATA DI RACCOLTA	N° INDIVIDUI	N° SEMI
<i>Achyranthes sicula</i> L.	383/05	Campu Longu	30/09/2005	120	7028
	158/06	Campu Longu	04/07/2006	75	ND
<i>Ammophila arenaria</i> L. (Link) ssp. <i>australis</i> (Mabille) Lainz	163/06	Simius	04/07/2006	25	ND
<i>Ampelodesmos mauritanicus</i> (Poir.) T. Durand et Schinz	381/05	Rio Trottu	30/09/2005	75	51837
<i>Asparagus albus</i> L.	406/05	Campus	18/11/2005	10	9653
	333/05	Isola dei Cavoli	08/07/2005	28	15573
	356/05	Isola dei Cavoli	29/07/2005	8	5495
<i>Brassica insularis</i> Moris	155/06	Isola dei Cavoli	04/07/2006	25	6772
	334/05	Isola dei Cavoli	08/07/2005	2	284
<i>Bryonia marmorata</i> Petit.	355/05	Isola dei Cavoli	29/07/2005	2	988
	405/05	Simius	18/11/2005	5	1298
<i>Cakile maritima</i> Scop.	405/05	Simius	18/11/2005	5	1298
<i>Carduus fasciculiflorus</i> Viv.	210/06	Isola di Serpentara	28/07/2006	21	ND
	212/06	Isola di Serpentara	28/07/2006	37	ND
<i>Crithmum maritimum</i> L.	403/05	Simius	18/11/2005	14718	4880
<i>Cyperus capitatus</i> Vand.	162/06	Simius	04/07/2006	230	ND
	332/05	Isola dei Cavoli	08/07/2005	14	1856
	157/06	Isola dei Cavoli	04/07/2006	12	717
<i>Helicodiceros muscivorus</i> (L. fil.) Engl.	328/05	Isola di Serpentara	08/07/2005	30	1902
	207/06	Isola di Serpentara	28/07/2006	25	358
	160/06	Cava Usai	04/07/2006	30	ND
<i>Elytrigia juncea</i> (L.) Nevski	335/05	Isola dei Cavoli	08/07/2005	12	43860
	329/05	Isola di Serpentara	08/07/2005	27	54670
<i>Ferula arrigonii</i> Bocchieri	156/06	Isola dei Cavoli	04/07/2006	10	1360
	161/06	Cava Usai	04/07/2006	15	ND
<i>Glaucium flavum</i> Crantz	161/06	Cava Usai	04/07/2006	15	ND
	385/05	Porto Sa Ruxi	30/09/2005	10	307
<i>Juniperus oxycedrus</i> L. ssp. <i>macrocarpa</i> (Sibth. et Sm.)	404/05	Simius	18/11/2005	12	774

(continua)

(segue)

<i>Juniperus phoenicea</i> L. ssp. <i>turbinata</i> (Guss.) Nyman	384/05	Porto Sa Ruxi	30/09/2005	10	4111
	376/05	Punta Molentis	30/09/2005	16	2319
<i>Lygeum spartum</i> L.	379/05	Punta Molentis	30/09/2005	50	58
<i>Narcissus tazetta</i> L. s.l.	24/06	Isola di Serpentara	07/04/2006	71	5995
<i>Pancratium maritimum</i> L.	375/05	Punta Molentis	30/09/2005	60	831
	382/05	Simius	30/09/2005	216	1322
<i>Piptatherum miliaceum</i> (L.) Coss. ssp. <i>Miliaceum</i>	360/05	Notteri	26/08/2005	10	12700
	380/05	Punta Molentis	30/09/2005	50	9
<i>Scrophularia trifoliata</i> L.	331/05	Isola di Serpentara	08/07/2005	7	4915
	211/06	Isola di Serpentara	28/07/2006	4	ND
<i>Silene valsecchiae</i> Bocchieri	95/05	Isola dei Cavoli	16/05/2005	10	689
	65/06	Isola dei Cavoli	09/05/2006	22	64
<i>Verbascum conocarpum</i> Moris					20004
	330/05	Isola di Serpentara	08/07/2005	7	9

Le prove di germinazione sino ad oggi realizzate su tali accessioni hanno consentito di individuare protocolli efficaci per *Brassica insularis* (97 % a 20 °C e fotoperiodo a 12/12), *Pancratium maritimum* (98 % a 20°C senza fotoperiodo) [2] e per *Helicodiceros muscivorus*, *Ferula arrigonii*, *Scrophularia trifoliata*, *Silene valsecchiae* e *Verbascum conocarpum* di cui si riportano, in tabella 2, i risultati. Tali prove di germinazione costituiscono parte di due tesi di laurea di studenti delle Università di Amsterdam e Toledo che stanno compiendo le proprie ricerche all'interno di BG-SAR.

## Discussione

I risultati fin qui ottenuti confermano la pressione del turismo balneare come uno dei principali fattori di frammentazione e quindi di degrado degli habitat costieri ed in particolare di quelli psammofili. Per poter definire lo stato di conservazione degli habitat e delle popolazioni delle unità tassonomiche selezionate si rende necessario continuare il monitoraggio periodico.

Le prove sperimentali effettuate ed i protocolli di germinazione individuati hanno consentito di stimare un'elevata capacità germinativa per le due accessioni esaminate di *Helicodiceros muscivorus* (81 % e 84 %), per le accessioni di *Scrophularia trifoliata* (96 %), *Silene valsecchiae* (91 %) e *Verbascum conocarpum* (97 %). Per quanto riguarda invece *Ferula arrigonii* si rendono necessarie altre prove sperimentali al fine di migliorare i protocolli sin qui elaborati. Considerato l'esiguo numero d'individui che costituiscono la popolazione di *Silene valsecchiae*, le plantule di tale unità tassonomica prodotte a seguito dei test di germinazione sono coltivate *ex situ* al fine di moltiplicare gli individui ed eseguire successivamente un intervento di rafforzamento della popolazione *in situ*, i cui dettagli dovranno essere definiti sulla base degli studi popolazionali e fenologici.

Tabella 2 – Protocolli efficaci di germinazione. *Effective Germination Protocols*<sup>1</sup>.

TAXON	CODICE	A	B	C	D	E	F	G	H
<i>Helicodiceros muscivorus</i> (L. fil.) Engl.	328/05	CF H <sub>2</sub> O	10	NO	51,0	18,41	41	46,74	99
	328/05	CF H <sub>2</sub> O	10	12/12	32,0	10,20	36	41,40	60
	328/05	CF H <sub>2</sub> O	15	NO	81,0	7,68	17	21,62	49
	328/05	CF H <sub>2</sub> O	15	12/12	37,0	9,11	19	23,73	49
	332/05	CF H <sub>2</sub> O	10	NO	47,0	11,45	41	46,08	92
	332/05	CF H <sub>2</sub> O	10	12/12	24,0	10,95	35	47,00	66
	332/05	CF H <sub>2</sub> O	15	NO	84,0	7,48	18	26,41	49
	332/05	CF H <sub>2</sub> O	15	12/12	34,0	13,42	19	26,00	47
<i>Ferula arrigonii</i> Bocchieri	329/05	CF H <sub>2</sub> O	10	12/12	57,0	5,20	20	29,00	51
	329/05	CF GA <sub>3</sub> 600	10	12/12	63,0	13,80	17	23,93	52
	335/05	CF H <sub>2</sub> O	10	12/12	51,0	16,58	16	22,90	60
	335/05	CF GA <sub>3</sub> 600	10	12/12	50,0	6,00	16	25,00	66
<i>Scrophularia trifoliata</i> L.	331/05	CF H <sub>2</sub> O	20	NO	5,0	1,73	20	16,50	20
	331/05	CF GA <sub>3</sub> 120	20	NO	79,0	9,95	6	13,74	35
	331/05	CF GA <sub>3</sub> 240	20	NO	81,0	5,92	6	12,10	27
	331/05	CF GA <sub>3</sub> 400	20	NO	92,0	2,83	6	8,21	27
	331/05	CF H <sub>2</sub> O	10/2 0	NO	33,0	9,11	13	10,44	35
	331/05	CF GA <sub>3</sub> 120	10/2 0	NO	84,0	4,90	13	10,45	35
	331/05	CF GA <sub>3</sub> 240	10/2 0	NO	96,0	2,83	13	9,82	35
	331/05	CF GA <sub>3</sub> 400	10/2 0	NO	93,0	8,19	13	9,54	20
<i>Silene valsecchiae</i> Bocchieri	95/05	CF H <sub>2</sub> O	15	12/12	91,0	15,59	2	2,90	10
<i>Verbascum conocarpum</i> Moris	330/05	CF H <sub>2</sub> O	15	NO	93,0	3,32	7	16,46	20
	330/05	CF GA <sub>3</sub> 240	15	NO	97,0	5,20	7	15,32	14
	330/05	CF H <sub>2</sub> O	20	NO	90,0	4,47	7	13,33	20
	330/05	CF GA <sub>3</sub> 240	20	NO	96,0	2,00	7	7,43	14

## Conclusioni

Durante la prima annualità si è operato esclusivamente nelle aree costiere, insulari e in particolare in quelle ricadenti all'interno dei pSIC, mentre per il prosieguo del progetto è previsto l'ampliamento delle aree costiere sulle quali verranno realizzati i rilievi fitosociologici finalizzati alla valutazione della qualità e dello stato di conservazione della

<sup>1</sup> A: tipo di substrato, 3 fogli di carta da filtro (CF) inumiditi con H<sub>2</sub>O distillata o con una soluzione di GA<sub>3</sub> a diverse concentrazioni (ppm). B: temperatura in °C. C: fotoperiodo. D: percentuale di germinazione finale con l'indicazione della deviazione standard (E). F: ritardo di germinazione, tempo in giorni per avere la prima germinazione. G: T50. H: durata, tempo in giorni per avere l'ultima germinazione.

copertura vegetale presente. Particolare attenzione sarà posta nel rilevare la diffusione ulteriore di specie aliene. Risulta fondamentale per la valutazione dello stato di conservazione delle popolazioni delle specie indagate proseguire il monitoraggio periodico al fine di individuare la corretta dinamica popolazionale. In particolare per *Silene valsecchiae* saranno analizzati tutti i siti potenzialmente idonei ad ospitare popolazioni di tale entità presenti sulle isole.

Per quanto riguarda le attività *ex situ* nel corso del prossimo anno si prevede di realizzare ulteriori prove sperimentali al fine di migliorare i protocolli sino ad oggi elaborati e avviare la moltiplicazione del materiale destinato alle attività *in situ* di ripristino o recupero ambientale.

## Ringraziamenti

Si ringraziano il Ministero dell'Ambiente e l'AMP di Capo Carbonara per aver concesso il finanziamento necessario allo svolgimento delle ricerche; l'Amministrazione Comunale di Villasimius per il costante appoggio e sensibilità mostrate; Rose Marie Lek (Università di Amsterdam) e María Jiménez Cuesta (Università di Toledo) per la collaborazione a tutte le attività realizzate *in situ* e *ex situ*.

## Bibliografia

- [1] Bacchetta G., Demurtas A., Pontecorvo C. - *The Biodiversity Conservation Centre of Cagliari (CCB)*, Scripta Botanica Belgica (2004) 29, 79-82.
- [2] Bacchetta G., Fenu G., Iiriti G., Mattana E., Meloni F., Mulè P., Podda L. - *Territory defence throughout conservation of the plant diversity: the project of the Protected Sea Area of Capo Carbonara (South eastern Sardinia)*, Atti First International Symposium on Environment Identities and Mediterranean Area - ISEIM 2006, Corte-Ajaccio (France), 9-13 luglio, 2006, 302-307.
- [3] Bacchetta G., Fenu G., Mattana E., Piotto B., Virevaire M. (Eds.) - *Manuale per la raccolta, studio, conservazione e gestione ex situ del germoplasma* (2006), Linee Guida APAT, 37.
- [4] Bocchieri E. - *Silene valsecchiae e Ferula arrigonii, due specie nuove della Sardegna*, Boll. Soc. Sarda Sci. Nat. (1988) 26, 305-310.
- [5] Braun-Blanquet J. - *Pflanzensoziologie. Grundzüge der vegetationskunde* (1951), Springer-Verlag, Wien.
- [6] Buffa G., Mion D., Gamper U., Ghirelli L., Sburlino G. - *Valutazione della qualità e dello stato di conservazione degli ambienti litoranei: l'esempio del SIC "Penisola del Cavallino: biotopi litoranei"* (Venezia, NE-Italia), Fitosociologia (2005) 42 (2), 3-13.
- [7] Côme D. - *Les obstacles à la germination*, (1970), Masson & CIE, Paris.
- [8] FAO/IPGRI - *Genebanks standards*, (1994), FAO/IPGRI, Roma.
- [9] Flynn S., Turner R.M., Dickie J.B., *Seed information Database (release 6.0, October 2004)*.
- [10] Gillet F., Foucault B. de, Julve Ph. - *La phytosociologie synusiale intégrée: objets et concepts*. Candollea (1991) 46, 315-340.

- [11] Guarino L., Ramanantha Rao V., Reid R. (Eds.) - Collecting Plant Genetic Diversity - Technical guidelines, (1995), CABI, Wallingford, Oxon.
- [12] IBPGR – *The design of seed storage facilities for genetic conservation. Handbooks for genebanks: n. 1. Revised 1985 and 1990*, (1982), International Board for Plant Genetic Resources, Rome, Italy.
- [13] IBPGR – *Handbook of seed technology for genebanks. Vol II. Compendium of Specific Germination Information and Test Recommendations Handbooks for genebanks: n. 3*, (1985), International Board for Plant Genetic Resources, Rome, Italy.
- [14] ISTA - *International rules for seed testing. Edition 2006*, (2006), The International Seed Testing Association (ISTA), Bassersdorf, CH-Switzerland.
- [15] Linington S.H. – *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*, (2003), Royal Botanic Gardens, Kew.
- [16] Mattana E., Fenu G., Bacchetta G. - *La Banca del Germoplasma della Sardegna (BG-SAR): uno strumento per la conservazione del germoplasma autoctono sardo*. Inform. Bot. Ital. (2005) 37(1, parte A), 144-145.
- [17] Mossa L., Curreli F., Fogu M.C. – *La vegetazione degli habitat terrestri della riserva marina protetta di Capo Carbonara (Sardegna sud-orientale)*, Rend. Sem. Fac. Sci. Univ. Cagliari (2000) 70, 163-185.