

14. CONSERVARE LA NATURA

14.2 Ruolo degli orti botanici e delle banche del germoplasma nella conservazione della biodiversità

Gli Orti Botanici, intesi come strutture universitarie dedite preminentemente alla ricerca scientifica, nascono in Italia verso la metà del '500 e costituiscono i primi esempi di spazi realizzati a supporto delle indagini in campo medico e farmaceutico. Seppur in maniera limitata, sin dalla loro nascita, hanno sempre svolto un importante ruolo per la conservazione della biodiversità. Nel tempo hanno subito notevoli modificazioni nelle strutture e nelle funzioni fino a diventare attualmente i più importanti centri per la conservazione *ex situ* della diversità vegetale. Le banche del germoplasma costituiscono una delle tante iniziative che vanno in questa direzione; nascono dalle mutate funzioni degli orti botanici, sorgono prevalentemente all'interno degli stessi e attualmente rivestono un ruolo sempre maggiore nello studio della biodiversità.

In parallelo sono state create, sempre all'interno degli orti, altre strutture aventi le stesse finalità e spesso fortemente legate alle banche del germoplasma, è il caso delle roccaglie o dei numerosi spazi adibiti alla moltiplicazione, conservazione ed esposizione delle specie in pericolo d'estinzione o di particolare interesse fitogeografico per un dato territorio.

Attualmente gli orti botanici non sono più semplicemente degli spazi espositivi di una grande varietà di piante o degli arboreti in cui è possibile vedere alberi di tutto il pianeta e neppure dei giardini di acclimatazione per le specie tropicali portate nel vecchio continente in seguito alla colonizzazione delle aree paleotropicali e neotropicali; rappresentano, invece, i principali centri per lo studio, la conservazione e la gestione della diversità vegetale, così come i giardini zoologici costituiscono il punto di riferimento per lo studio e la conservazione della diversità animale.

14.2.1 Storia, evoluzione e funzione degli orti botanici in relazione alla conservazione

Sulla nascita e sull'antica funzione degli orti botanici poco si conosce, nonostante vi siano numerose testimonianze scritte, riportate in diversi testi classici e medievali. Di certo si sa che i giardini botanici risalgono a tempi molto antichi e probabilmente i primi possono essere considerati quelli cinesi del secondo millennio a.C. Già allora in tutto l'oriente, soprattutto in India e in Cina, vengono create le prime strutture per la coltivazione delle specie vegetali utilizzate nella medicina popolare (AUDUS & HEYWOOD, 1976). Anche in ambito Mediterraneo, a partire dal XV sec. a. C. si ha notizia dei primi esempi di giardini botanici, come quello di Karnak in Egitto, creato da Tutmosi III e destinato principalmente alla coltivazione delle piante per uso alimentare. L'idea di un orto botanico finalizzato allo studio delle piante risale al IV sec. a.C. e viene attribuita ad Aristotele (384-322 a.C.). I giardini di cui si ha notizia in questo periodo sono tanti ed in particolare meritano d'essere ricordati quello creato da Teofrasto Eresio (371-286 a.C.), discepolo di Aristotele, quello di Alessandro il Grande realizzato nel 331 a.C. ad Alessandria, quello voluto da Attalo re di Pergamo nel III sec. a.C. e quello del medico naturalista di Rodi, Antonio Filomeno Castore, di cui riporta notizia Plinio (23-79 d.C.) nella sua *Naturalis Historia*.

In epoca più recente, sorgono in tutta Europa, in medio ed estremo oriente, in nord Africa e in America centrale numerosi orti botanici con la finalità di coltivare, selezionare e riprodurre specie officinali e d'importanza alimentare; ne sono un esempio il celebre giardino botanico fatto realizzare dall'imperatore Maya Montezuma (1390-1469 d.C.) nel suo palazzo e quelli creati dagli Aztechi in Messico prima del 1520.

Contemporaneamente, a partire dall'alto Medioevo, in Europa nascono i primi "orti dei semplici" all'interno dei conventi, delle certose e dei monasteri. Si tratta di strutture in cui vengono coltivate piante medicinali, dette *simplices* perché non manipolate. Queste piante vengono utilizzate sia dalla

medicina popolare che da quella scientifica, come materia prima per la preparazione dei medicinali naturali. In questo periodo i monaci sono i principali fautori della cultura, della medicina e della botanica, si preoccupano di trascrivere i testi antichi in cui sono contenute le informazioni fitoterapiche che costituiranno poi la base della moderna farmacopea. Negli stessi anni anche nei palazzi nobiliari vengono creati degli spazi aventi simili funzioni e lo stesso stato Pontificio tra il 1277 ed il 1279, sotto il papato di Nicolò III, provvede alla realizzazione di un *Viridarium Novum* per la coltivazione delle piante medicinali (MEDA, 1996). Si tratta della prima vera e propria scuola botanica che serve all'archiatra pontificio ed ai docenti di medicina per ricavare i semplici e mostrarli ai discepoli durante le lezioni.

Pochi anni più tardi, nel 1317, sorge a Salerno la famosa Scuola Medica Salernitana e il giardino della Minerva, essi rappresentano rispettivamente la prima struttura accademica e il primo orto botanico, inteso nell'accezione moderna del termine. L'orto, voluto dal medico Matteo Silvatico, viene aperto al pubblico e serve ai medici, ai farmacisti, ai docenti di medicina e agli studenti dell'Università campana, fondata quasi un secolo prima, nel 1231.

In periodo medievale, seguono numerose altre iniziative come quella messa in atto dal maestro Gualtiero che nel 1333 crea a Venezia un orto "per le erbe necessarie all'arte sua" o come quella dello speziale Angelo Fiorentino che nel 1350 fonda a Praga un giardino per le piante medicinali avente funzioni similari al precedente. Si tratta sempre di orti destinati alla coltivazione dei semplici usati dai medici e dai farmacisti come fitoterapici, rifacendosi alle antiche tradizioni tramandate per merito dei monaci ed in particolare dei Benedettini.

Gli orti botanici accademici sono tutti rinascimentali e nascono in Italia a partire dalla prima metà del 1500, il più antico del mondo viene considerato quello dell'Università di Pisa, creato tra il 1543 ed il 1544 da Luca Ghini (1500-1556), docente di medicina presso l'Università di Bologna e chiamato a Pisa dal Gran Duca di Toscana Cosimo I. Al Ghini si deve inoltre la fondazione dell'orto di Firenze nel 1545. Nello stesso anno il senato della Repubblica Veneta istituisce a Padova un *Horto medicinale* per lo studio e la coltivazione delle specie officinali e l'acclimatazione di quelle esotiche (AUDUS & HEYWOOD, *op. cit.*).

Questi primi orti botanici accademici, raccolgono la tradizione monastica degli orti dei semplici e diventano nel tempo degli importanti centri di ricerca che fanno della conservazione una delle loro principali funzioni. In questo senso il Ghini può essere considerato come l'antesignano dello studio e dell'insegnamento della botanica moderna; con lui si abbandona il metodo tradizionale di commentare le opere e gli erbari illustrati e ha inizio l'osservazione diretta delle specie presenti in natura o coltivate nelle "scuole botaniche", nascono le raccolte sistematiche e i primi erbari. Presto in tutta Europa si segue quanto proposto dal Rinascimento italiano con rinnovato interesse e profondo rigore scientifico, sorgono così numerosi e importanti orti accademici, come quelli di Leiden nel 1577, Lipsia nel 1580, Heidelberg e Montpellier nel 1593.

Gli orti botanici non sono più le iniziali strutture adibite alla coltivazione dei semplici, ma diventano degli arboreti, dei giardini d'acclimatazione delle specie tropicali provenienti dalle colonie del nuovo mondo, dall'Africa e dall'estremo oriente. In questo periodo si inizia a curare minuziosamente l'estetica dei giardini e nel secolo successivo vengono realizzate le prime serre espositive che assumeranno sempre maggior importanza nel XVIII sec. Gli orti botanici divengono i principali centri di ricerca sistematica e importanti sedi di collezioni tematiche particolari, si aprono al pubblico ed iniziano ad avere una funzione didattica non più limitata all'insegnamento delle materie universitarie. Nel 1900 sono ormai diventati importanti centri in cui all'attività scientifica e didattica si aggiunge quella divulgativa, l'educazione ambientale, l'attività formativa a vari livelli e il turismo culturale in forma sempre più ricercata.

Sul finire del XX sec., assumono sempre maggiore importanza le tematiche relative alla conservazione della biodiversità, nascono le prime banche del germoplasma, all'interno degli orti ci si occupa di conservazione e reintroduzione di specie, si creano spazi sempre più vasti dedicati alla moltiplicazione ed esposizione delle specie in pericolo d'estinzione.

Oggi in tutta Europa si contano circa 500 giardini botanici, nei quali lavorano oltre 1500 ricercatori e 5000 tecnici specializzati. Nel nostro paese le strutture accreditate sono oggi 104 (BGCI, 2000) e si assiste sempre più di frequente alla nascita di nuovi giardini realizzati sia da soggetti pubblici che privati.

14.2.2 Strategie degli orti botanici per la conservazione della biodiversità

Sin dalla loro origine gli orti botanici sono serviti alla conservazione della biodiversità, dapprima solo per le specie d'uso alimentare e medicinale, successivamente anche per le specie esotiche provenienti dalle esplorazioni e colonizzazioni. In tempi più recenti l'interesse inerente la biodiversità è stato rivolto allo studio tassonomico di quei gruppi ancora poco indagati e alla salvaguardia delle specie in pericolo d'estinzione. Le strategie sono state e continuano ad essere essenzialmente di tipo *ex situ*, sia che si conservino le specie attraverso collezioni di piante vive, in vaso o in strutture particolari quali le roccaglie, sia che si tratti di conservazione del germoplasma, delle spore o dei tessuti vegetali attraverso le banche del germoplasma.

La coscienza ecologica e le preoccupazioni per la conservazione della biodiversità sono maturate solamente nel secondo dopoguerra e stentano ancora a dare i loro frutti. Queste preoccupazioni sono chiaramente legate al fenomeno dell'industrializzazione che ha portato ad una perdita esponenziale di biodiversità e parallelamente ad una aumentata coscienza ambientale, infatti, le strategie approntate per far fronte ai problemi della conservazione sono tutte relative agli ultimi 20-30 anni. In particolare, meritano d'essere ricordate la Convenzione sullo Scambio Internazionale delle specie di Flora e Fauna in pericolo di Estinzione (CITES) firmata a Washington (CITES, 1973), la Convenzione di Berna del 1979 (CE, 1982), quella sulla Diversità Biologica (CBD) siglata a Rio de Janeiro nel 1992 e la ormai famosa Direttiva Habitat 92/43 della Commissione Europea (EC, 1992; CE, 2001).

A parte merita d'essere citata la strategia comune a tutti i giardini botanici dell'Unione Europea che ha portato alla pubblicazione di un piano d'azione nel quale vengono delineate le funzioni di tali istituzioni e le mete future (BGCI, 2000). Il piano è stato realizzato dal Consorzio dei Giardini Botanici Europei, organismo creato nel 1994 per opera del Botanic Gardens Conservation International (BGCI) e dal International Association of Botanical Gardens (IABG). Nel piano sono contenute le linee guida per lo sviluppo delle attività proprie degli Orti Botanici ed in particolare per la conservazione della biodiversità. A tale proposito vengono presentate le strategie per garantire la valutazione e la conservazione *in situ*, sviluppare la gestione delle collezioni *ex situ*, effettuare l'analisi dei dati e delle informazioni sulla diversità vegetale; vengono altresì esplicitate le azioni da intraprendere per assicurare una gestione all'interno dei giardini botanici che promuova la conservazione della biodiversità, l'uso sostenibile delle risorse vegetali e la realizzazione di politiche nazionali ed internazionali per la salvaguardia della biodiversità. Tutto ciò dimostra quanto sia sentito il problema della conservazione della biodiversità e come questo sia diventato un argomento centrale per le politiche future dei giardini botanici di tutto il mondo.

14.2.3 Le banche del germoplasma

Le banche del germoplasma sono uno dei migliori mezzi per prevenire la perdita di biodiversità genetica e garantire quindi un futuro alle specie in pericolo d'estinzione. Nascono, come gran parte delle strutture per la conservazione della biodiversità, con il fine di contrastare l'esponenziale perdita di specie derivante, oltre che dai fenomeni naturali, dalle attività antropiche distruttive e inquinanti gli ambienti naturali.

La loro funzione non è solo quella di salvaguardare i semi delle specie in pericolo ma anche quella di conservare, con le tecniche della crioconservazione, le spore, i legni, i tessuti e qualsiasi altra

struttura che costituisce la biodiversità genetica del pianeta. In queste strutture si studiano anche le migliori strategie da attuare per una futura conservazione *in situ* delle specie in pericolo d'estinzione.

Le prime banche sono state create proprio all'interno degli orti botanici, alla fine degli anni '50, in America; ciò conferma che da sempre i paesi anglosassoni sono più attenti a tutto ciò che riguarda le tematiche della conservazione. In particolare la prima banca è stata quella del laboratorio nazionale americano per la conservazione dei semi, costituita nel 1958 all'interno del campus dell'Università Statale del Colorado (HARTMANN & KESTER, 1990).

Oggi la più importante banca del germoplasma del mondo è quella presente nel giardino botanico di Wakehurst Place ad Ardingly nel West Sussex. Si tratta di una struttura di proprietà del National Trust britannico, gestita dal Royal Botanic Gardens di Kew. La banca rappresenta una sede staccata del famoso orto botanico londinese, in essa si persegue il fine di conservare la diversità genetica vegetale del pianeta e a tale scopo dalla fine degli anni '90 è stato creato un progetto denominato Millennium Seed Bank (MSB). Da circa quattro anni la banca britannica può contare su una nuova struttura assolutamente innovativa, in grado di permettere il raggiungimento degli obiettivi prefissati per il termine del 2010. Tali obiettivi sono di conservare, oltre il germoplasma di tutte le piante presenti sul territorio inglese, il 10 % delle piante superiori del pianeta, pari a circa 25.000 specie, con particolare interesse per quelle specie degli habitat più fragili o in pericolo, presenti nelle aree tropicali e subtropicali.

Attualmente le banche del germoplasma in tutto il mondo sono circa 350, distribuite essenzialmente nei paesi industrializzati, soprattutto in quelli anglosassoni. In Europa se ne contano circa 150, di cui una ottantina nei paesi nord europei e settanta nell'area mediterranea. Queste ultime sono distribuite essenzialmente in Italia, Francia e Spagna; in particolare le banche del germoplasma iberiche si sono consorziate in una rete detta Redbag dedicata principalmente alla conservazione delle specie mediterranee, ivi comprese quelle del nord Africa. Le banche spagnole più attive sono attualmente quelle del Jardín Botánico de Córdoba in Andalusia e quella del Jardí Botànic de Valencia sulle coste iberolevantine.

In Italia non si contano più di 20 banche del germoplasma, tra queste le più importanti sono quelle presenti negli orti botanici universitari di Cagliari, Palermo e Pisa, quella della Provincia di Trento (TSB) e quella dell'Istituto del Germoplasma di Bari, gestita dal Centro Nazionale per le Ricerche (CNR).

La prima è stata quella di Lucca, nata circa 20 anni fa dalla collaborazione con l'Azienda regionale per lo sviluppo e l'innovazione del settore agricolo. In questa banca vengono conservate essenzialmente specie d'interesse agricolo ed in particolare cultivar e varietà ortive e foraggere. Nella banca del CNR di Bari si conserva materiale d'interesse agricolo e solo secondariamente di specie spontanee, mentre in quelle poste all'interno degli orti botanici universitari vengono crioconservate quasi esclusivamente specie autoctone della flora italiana. La banca di Pisa è specializzata sulla flora toscana e dell'Arcipelago toscano, quella di Palermo conserva il germoplasma di specie spontanee e coltivate dell'area mediterranea, quella di Cagliari ha concentrato gli sforzi sulla conservazione delle specie del Mediterraneo occidentale insulare.

Le tecniche adottate dalle diverse strutture per la conservazione sono simili, varia solamente il metodo di confezionamento e la temperatura a cui il germoplasma viene conservato.

Di seguito viene riportato il procedimento adottato dal Centro per la Conservazione della Biodiversità (CCB) del Dipartimento di Scienze Botaniche di Cagliari, struttura a cui fa capo la Banca del Germoplasma della Sardegna (BG-SAR) creata grazie al finanziamento della Provincia di Cagliari e del MIUR (BOCCHIERI *et al.*, 2000; BOCCHIERI, 2001; BACCHETTA *et al.*, 2003).

Il processo parte dalla raccolta in natura dei semi o delle spore, dei tessuti vegetali e delle piante vive. In questa fase è fondamentale conoscere previamente l'areale di distribuzione, gli habitat ed i popolamenti in cui la specie critica vegeta, così da capire esattamente l'ecologia delle entità e i problemi legati alla sua sopravvivenza. Delimitate le diverse stazioni e i popolamenti del *taxa*, si raccoglie il materiale, cercando di prelevare il germoplasma di più individui della stessa

popolazione, al fine di garantire una sufficiente diversità genetica determinata dal maggior numero possibile di alleli. Il materiale raccolto viene temporaneamente conservato in buste di carta o contenitori di vetro di varie forme e dimensioni.

Una volta che il materiale è stato introdotto nella banca del germoplasma, si procede alla registrazione di dati relativi all'entità oggetto della raccolta, quindi si effettua la quarantena per verificare la presenza di patogeni o di eventuali patologie del lotto raccolto. Successivamente, trascorso un periodo variabile dai 30 ai 60 giorni, il materiale ritenuto valido subisce una prima pulizia e viene posto in locali dove, ad una umidità relativa e temperatura costanti, compie la fisiologica maturazione ed inizia una deidratazione lenta. Una volta completata la fase di maturazione, il seme viene selezionato attraverso vari procedimenti quali il controllo mediante raggi X per verificarne l'integrità e posto in camera di deidratazione. I semi vengono così conservati ad una temperatura costante compresa tra i 15-18 °C, con una umidità relativa non superiore al 15 %. Questo trattamento ha una durata variabile in funzione delle caratteristiche dei semi e può durare da pochi giorni sino ad oltre un mese. Parallelamente vengono condotti i test di germinazione che consentono di verificare la validità del germoplasma selezionato e la sua vitalità. Completata la deidratazione e i test, il seme viene quindi conservato in cella frigorifera, ad una temperatura compresa tra 0 e -5 °C per un periodo di 30-60 giorni, al fine di verificare la corretta deidratazione. Infine, si procede alla chiusura del materiale ed alla prova di tenuta dei contenitori, per poi effettuare l'inserimento nella banca del germoplasma. La chiusura dei semi si effettua in maniera molto diversificata e varia in continuazione in virtù delle nuove tecniche sperimentate. In generale il germoplasma viene posto in provette di vetro, con un piccolo quantitativo di gel di silice come indicatore dell'umidità relativa interna. La chiusura delle provette avviene o con un saldatore a ossigeno-propano o semplicemente con dei tappi a tenuta; la verifica della tenuta dei contenitori immergendo gli stessi in acqua o in soluzioni di NaCl.

La capsula di vetro, una volta chiusa, viene etichettata riportando in calce all'etichetta il numero di matricola, la data di confezionamento ed un codice a barre. Il campione si conserva nella banca del germoplasma ad una temperatura compresa tra i -20 e i -25 °C, garantendone così una vitalità che viene stimata in circa 100 anni. Periodicamente vengono effettuati dei controlli per verificare la tenuta delle capsule e l'eventuale viraggio del gel di silice causato dall'umidità in eccesso. Ogni 5 anni vengono realizzate delle prove di germinazione del materiale conservato, per controllare che tutto il germoplasma sia vitale. Il materiale utilizzato per gli scambi con gli altri enti di ricerca, per esempio attraverso *Index Seminum*, si conserva invece in semplici capsule non chiuse ermeticamente e tenute a temperature comprese tra 0 e 5 °C.

APPROFONDIMENTI

Cos'è la biodiversità?

Il lemma biodiversità o "diversità biologica" è stato introdotto da W.G. Rosen nel 1988 (FRANKEL *et al.*, 1995), esso comprende l'insieme e la variabilità di tutti gli organismi viventi di ogni origine e natura che si trovano sulla biosfera. Il termine indica quindi la varietà degli elementi di un insieme e per questo motivo, il numero degli elementi e i loro rapporti quantitativi sono di fondamentale importanza (FERRARI, 2001).

Diversi autori tra cui LOVEJOY *et al.* (1984), GOMEZ-POMPA (1987), PRIMACK (1992) e WILSON (1992) hanno iniziato a parlare di biodiversità a partire dalla seconda metà degli anni '80, senza però definirne esattamente il significato. Fu NORSE (1993) a dare la prima definizione formale e a distinguere i due concetti di "diversità genetica" e di "diversità ecologica", successivamente HEYWOOD (1995) differenziò un terzo livello detto della "diversità degli organismi" e considerò la "diversità culturale" come il risultato dell'interazione antropica con i tre livelli precedenti.

I tre livelli di diversità vengono considerati in maniera paritetica anche dalla Convenzione Internazionale sulla Diversità Biologica (CBD).

Cosa significa conservazione ex situ e in situ?

La conservazione *ex situ* è data dall'insieme di tutte quelle strategie adottate al fine della conservazione della diversità genetica e degli organismi, attuate al di fuori degli ambiti naturali in cui questi si trovano. La crioconservazione del germoplasma, la moltiplicazione e cura dello stesso, sono tutte tecniche di conservazione *ex situ*.

Vengono considerate, invece, forme di conservazione *in situ* tutte quelle strategie atte a favorire il ripristino o la salvaguardia in natura della diversità genetica, degli organismi e degli ecosistemi. La tutela di un habitat, di più specie o del popolamento di un unico *taxa*, sono tutte forme di conservazione *in situ*. Anche la reintroduzione di una specie o il ripristino di un habitat sono considerate tecniche *in situ*.

Quante entità sono stimate sul pianeta?

Negli ultimi anni sono state fatte numerose stime (IUCN, 1994 e 2001) per capire quanti *taxa* sono descritti e quanti potrebbero essere presenti sul pianeta, la più recente ed affidabile è quella di HEYWOOD (*op. cit.*), la cui tabella è stata riportata di seguito.

<i>Taxa</i>	Num. entità descritte	Num. entità stimate
Virus	4.000	50.000
Batteri	4.000	50.000
Protozoi	40.000	60.000
Funghi	72.000	200.000
Alghe	40.000	150.000
Piante vascolari	270.000	300.000
Nematodi	25.000	100.000
Aracnidi	75.000	300.000
Insetti	950.000	2.000.000
Crostacei	40.000	75.000
Molluschi	70.000	100.000
Cordati	45.000	50.000
Altri	115.000	200.000
Tot.	1.750.000	3.635.000

ESEMPI SIGNIFICATIVI

Il progetto Cagliari-Valencia per la conservazione della biodiversità nel Mediterraneo occidentale insulare.

Lo studio e la conservazione della diversità vegetale, nati all'inizio degli anni '80 si sono sviluppati soprattutto in quest'ultimo decennio. Nell'area mediterranea si è iniziato a parlare di queste tematiche solo recentemente e le rare iniziative messe in atto si debbono alla Comunità Europea che, attraverso la "Direttiva Habitat 92/43" ed altri strumenti legislativi successivi, ha imposto lo studio, il censimento e la conservazione della diversità biotica a tutti gli stati membri.

Per effetto di queste direttive si è concretizzato il progetto di ricerca in oggetto, nato dalla collaborazione tra il Dipartimento di Scienze Botaniche di Cagliari e il Jardí Botànic di València. Tale collaborazione, attiva dal 1990, ha permesso di perseguire una strategia comune per lo studio e la conservazione della biodiversità attraverso il censimento delle specie endemiche e d'interesse fitogeografico, l'analisi geobotanica degli habitat e lo scambio di *exsiccata*, germoplasma e piante in vaso.

Il progetto creato (BACCHETTA *et al.*, 2001), va oltre la conservazione e la moltiplicazione e si prefigge di chiarire dal punto di vista biosistematico, filogenetico e biogeografico quali siano le relazioni e le differenze esistenti tra i *taxa* comuni a tutti i territori insulari del Mediterraneo occidentale e quelli vicarianti. L'obiettivo principale è quello di conoscere in maniera più approfondita la diversità vegetale, per interpretare correttamente i processi di speciazione, le vie migratorie e le relazioni biogeografiche, al fine di giungere ad una miglior conservazione *ex situ* e *in situ*.

I territori oggetto di studio sono rappresentati dai sistemi insulari appartenenti agli stati della Comunità Europea che si affacciano sul Mediterraneo occidentale. In particolare sono state prese in esame le isole e gli arcipelaghi situati nelle vicinanze delle coste iberolevantine (Isole Baleari e Columbretes), provenzali (Isole Hyères) e tirreniche (Arcipelago Toscano), la Sardegna con le isole circumsarde, la Sicilia e la Corsica con le rispettive isole minori.

Il progetto, iniziato nel 1998, prevede scadenze a breve, a medio e a lungo termine: nel 2003, nel 2005 e nel 2010. Al termine delle prime due scadenze, entro il 2005, è previsto il rinnovo dei due Orti Botanici e delle infrastrutture dei centri di ricerca, la realizzazione dei database floristici e bibliografici, gli atlanti corologici e il potenziamento della raccolta del materiale da conservare, moltiplicare e studiare. A lungo termine, verranno approfondite le problematiche tassonomiche dei gruppi sistematici più rappresentativi o conflittivi e si cercherà di mettere a punto le strategie necessarie per la conservazione *in situ*. Questo sarà possibile grazie agli studi biometrici, biosistematici, genetici ed evolutivi, complementari alle informazioni ecologico-quantitative e geobotaniche derivate dal lavoro di campo.

Ad oggi, sono state realizzate le banche del germoplasma e le strutture necessarie alla moltiplicazione e allo studio del materiale, il database floristico e quello bibliografico, l'atlante corologico dei territori oggetto di studio e diverse campagne di raccolta in Sardegna, Corsica, Sicilia e Isole Baleari. In totale si è conservato il germoplasma di 750 *taxa* e sono state moltiplicate 600 entità. Parallelamente a tali attività sono stati avviati anche gli studi biosistematici che hanno già condotto a dei risultati recentemente pubblicati.

Il sistema coordinato di scambio del germoplasma attuato dall'Associazione Ibero-Macaronesica dei giardini botanici (AIMJB)

Il sistema di scambio del germoplasma tra i giardini botanici esiste da oltre 300 anni ed avviene attraverso l'invio di particolari pubblicazioni curate da ciascuna istituzione e denominate *Index Seminum*. In questi cataloghi vengono inserite tutte le entità che ciascuna istituzione ha raccolto e mette a disposizione (*desiderata*). Il materiale in scambio proviene sia da piante presenti all'interno dei giardini che da germoplasma prelevato direttamente in natura.

Questo sistema ha funzionato correttamente per secoli ma oggi risulta inadeguato. I frequenti errori sull'origine del germoplasma, l'identificazione dello stesso, gli elevati costi di raccolta, pulizia e invio, le difficoltà relative al controllo fitosanitario e più recentemente le limitazioni introdotte dalla normativa CITES hanno portato molte istituzioni a sospendere la pubblicazione dei cataloghi e conseguentemente lo scambio del germoplasma.

L'associazione dei giardini botanici della penisola Iberica e dei sistemi insulari macaronesici (AIMJB), ha messo a punto una strategia per ovviare a tali inconvenienti creando un catalogo unico di tutti i giardini botanici associati, stampato a turno da ciascun giardino aderente. Il numero di specie offerte in scambio da ogni giardino botanico è stato limitato a 100, per la richiesta è stato predisposto un modulo differenziato e specifico per ogni giardino. Oltre a questo, l'AIMJB garantisce il controllo fitosanitario del materiale inviato, la corretta determinazione e provenienza del germoplasma, l'adempimento delle normative vigenti in tema di conservazione della biodiversità e scambio delle specie (MUÑOZ, 1994).

Il progetto Interreg IIIB "GENMEDOC"

Dalle due precedenti iniziative, prende origine nel 2002 l'idea di creare un network di banche del germoplasma del Mediterraneo che condividano protocolli di lavoro e strategie di conservazione per le entità in pericolo d'estinzione e gli habitat in cui queste si trovano.

Nasce così il progetto GENMEDOC, approvato dall'Unione Europea nel giugno del 2004, di durata biennale e portato avanti da 10 banche del germoplasma di 4 paesi comunitari (Francia, Grecia, Italia e Spagna) e dall'Istituto per le Regioni Aride della Tunisia.

Gli obiettivi principali del progetto sono quelli di creare una rete di comunicazione attiva tra le diverse istituzioni dei paesi del Mediterraneo che operano per la conservazione *ex situ*, adottare protocolli comuni di lavoro e arrivare alla reale conservazione di quelle specie e habitat prioritari secondo la direttiva Habitat 92/43 (EC, *op. cit.*; CE, *op. cit.*) e presenti in ciascun paese partecipante al progetto.

Per l'Italia partecipano le Università di Cagliari e Catania, impegnate nella realizzazione di un manuale per la conservazione e gestione del germoplasma; oltrechè per la predisposizione di una banca dati specifica per il germoplasma, disponibile in rete e realizzata con tecnologia .net.

BIBLIOGRAFIA

- AUDUS L.J., HEYWOOD V.H. (eds.), 1981 – *Le piante e l'uomo, moderna enciclopedia del mondo vegetale*. Bramante Editrice, Busto Arsizio.
- BACCHETTA G., BOCCHIERI E., COSTA M., GÜEMES J., MOSSA L., 2001 – *Studio e conservazione della diversità vegetale nel Mediterraneo occidentale insulare: il progetto Cagliari València*. Inform. Bot. Ital., 33(1): 240-243.
- BACCHETTA G., DEMURTAS A., PONTECORVO C., 2003 - *The Biodiversity Conservation Centre of Cagliari (CCB)*. Acta Botanica Belgica. In stampa.
- BGCI, 2000 – *Action Plan for Botanic Gardens in the European Union*. BGCI, Richmond.
- BOCCHIERI E., FOGU M.C., BACCHETTA G., MOSSA L., 2000 - *Le piante rare e/o in pericolo di estinzione della Provincia di Cagliari e la strategia dell'Orto Botanico per la conservazione della biodiversità*. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 32: 157-167.
- BOCCHIERI E., 2001 – *Biodiversità, Organismi Geneticamente Modificati e centro di raccolta del Germoplasma presso l'Orto botanico dell'Università di Cagliari*. Rend. Sem. Fac. Sc. Univ. Cagliari, 71(1): 53-63.
- CITES, 1973. *Convention on international trade in endangered species of wild fauna and flora*. CITES, Washington.
- COMUNITÀ ECONOMICA EUROPEA, 1982. *Decisione 82/72/CEE del Consiglio, del 3 dicembre 1981, concernente la conclusione della Convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa (Convenzione di Berna)*. Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee L. 38, 10.02.1982.
- COMUNITÀ EUROPEA, 2001. *Regolamento (CE) n. 1808/2001 della Commissione del 30 agosto 2001 recante modalità d'applicazione del regolamento (CE) n. 338/97 del Consiglio, relativo alla protezione di specie della flora e della fauna selvatiche mediante il controllo del loro commercio*. Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee L. 250, 19.9.2001.
- EUROPEAN COMMUNITIES, 1992. *Council Directive 92/43 EEC of 22.7.92*. Official Journal of the European Communities, L 206/7.
- FERRARI C., 2001 – *Biodiversità dall'analisi alla gestione*. Zanichelli Editore, Bologna.
- FRANKEL O.H., BROWN A.H.D., BURDON J.J., 1995 - *The conservation of plant biodiversity*. Cambridge University Press, Cambridge.
- GOMEZ-POMPA A., 1987 - *On Maya silviculture*. Mexican Studies, 3(1): 1-17.
- HARTMANN H.T., KESTER D.E., 1990 – *Propagazione delle piante. Basi scientifiche e applicazioni tecniche*. Edizioni Edagricole, Bologna.

- HEYWOOD V.H. (ed.), 1995 - *Global Biodiversity Assessment*. Cambridge University Press, Cambridge.
- IUCN, 1994. *IUCN Red List Categories*. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland and Cambridge.
- IUCN, 2001. *IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1*. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland and Cambridge.
- LOVEJOY T.E., RANKIN J.M., BIERREGARD R.O., BROWN K.S., EMMONS L.H., VAN DE VOORT M.E., 1984 - *Ecosystem decay of Amazon remnants*. In: NITECKI M.H. (ed.), *Extinctions*: 295-325. University of Chicago Press, Chicago.
- MEDA P., 1996 - *Guida agli Orti e Giardini Botanici*. Editoriale Giorgio Mondadori, Milano.
- MUÑOZ C., 1994 - *Los Indices Seminum de los jardines Botánicos de la Asociación Ibero-Macaronésica*. Amaranto, 4: 14-25.
- NORSE E.A. (ed.), 1993 - *Global Marine Biodiversity*. Island Press, Washington, DC.
- PRIMACK R.B., 1992 - *Tropical community dynamics and conservation biology*. BioScience, 42: 818-821.
- WILSON E.O., 1992 - *The diversity of life*. Cambridge University Press, Cambridge.

INDIRIZZI E SITI WEB

Orti e giardini botanici

- Botanic Garden of Berlin: <http://www.bgbm.fu-berlin.de>
- Brooklin Botanical Garden: <http://www.bbg.org>
- Durban Botanic Gardens: <http://www.durbanbotgardens.org.za>
- Jardí Botànic de València: <http://www.flora.uv.es>
- Jardin Botánico de Córdoba: <http://www.uco.es/organiza/servicios/jardin>
- Jardin Botanico de la Orotava: <http://floraguide.es/arboles/Botanicoorotava.htm>
- Missouri Botanical Gardens: <http://www.mobot.org>
- Orto Botanico di Padova: <http://www.bio.inipd.it>
- Real Jardín Botánico de Madrid: <http://www.rjb.csic.es>
- Royal Botanic Garden of Edinburgh: <http://www.rbge.org.uk>
- Royal Botanic Gardens Kew: <http://www.rbgekew.org.uk/>
- Royal Botanic Garden Sydney: <http://www.rbg Syd.gov.au>

Associazioni scientifiche e conservazionistiche

- Associazione americana dei giardini botanici e arboreti: <http://www.aabga.org>
- Associazione dei giardini botanici ed arboreti belgi: <http://www.BR.fgov.be/>
- Associazione giardini botanici tedeschi: <http://www.biologie.uni-ulm.de/verband/index.html>
- Giardini botanici australiani: <http://www.155.18710.12/chabg/bgdir/list.htm>
- Giardini botanici cinesi: <http://www.beijingbg.com>
- Giardini botanici francesi e dei paesi francofoni: <http://person.clubInternet.fr/jbfpf>
- Gruppo di lavoro giardini botanici austriaci: <http://sl.botanic.univie.ac.at/hbv/deutsch/oebotgar.htm>
- Gruppo di lavoro della Società Botanica Italiana per gli orti botanici e giardini storici italiani: http://www.unimo.it/ortobot/horti/CD/Testiita/obsbi_home1.htm
- Società Botanica Italiana: <http://www.unifi.it/unifi/bioveg/sbi.htm>
- Società per la Conservazione Biologica: <http://conservationbiology.org/>
- Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN): <http://www.iucn.org/>
- WWF Italia: <http://www.wwf.it/>

Biodiversità e conservazione

- Banca dati della biodiversità della Catalogna: <http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html>

Biodiversity and worldmap: <http://www.nhm.ac.uk/science/projects/worldmap/>
Biodiversity resources in Belgium: <http://www.br.fgov.be/biodiv/>
Centro Conservazione Biodiversità della Sardegna (CCB): <http://www.ccb-sardegna.it>
Convenzione Internazionale sulla Diversità Biologica (CBD): <http://www.biodiv.org/>
Global Biodiversity Information Facility: <http://www.gbif.org/>
Liste rosse IUCN: <http://www.redlist.org/>
Servizio della biodiversità del Regno Unito in internet: <http://ibs.uel.ac.uk/ibs/>
Sistema informativo della biodiversità di Israele (IBIS): <http://www.biogis.huji.ac.il/>
Sistema informativo per la conservazione della biodiversità (BCIS):
<http://www.biodiversity.org/simplify/ev.php>
Testo su biodiversità e conservazione: <http://darwin.bio.uci.edu/~sustain/bio65/Titlepage.htm>
World Conservation Monitoring Centre: <http://www.wcmc.org.uk/nbp/>