

L'erosione genetica di specie agrarie in ambito mediterraneo: rilevanza del problema e strategie d'intervento

L. Ricciardi, A. Filippetti

Dipartimento di Biologia e Chimica Agro Forestale ed Ambientale

Sezione di Genetica e Miglioramento Genetico
Università degli Studi di Bari

Riassunto

Nel lavoro, dopo aver definito il concetto di erosione genetica, vengono passate in rassegna alcune cause che la determinano, citando casi storici in cui l'umanità ha dovuto confrontarsi drammaticamente con la perdita di biodiversità vegetale. Viene evidenziata l'importanza dell'area mediterranea come centro primario e secondario di diversificazione delle specie agrarie e la positiva opportunità data dalla costituenda cooperazione scientifica Italo-Albanese nella salvaguardia di specie agrarie tipiche dell'areale mediterraneo e pugliese in particolare. Il lavoro, dopo aver fornito dati indicativi sull'erosione genetica in atto in alcune colture (cereali, leguminose e specie orto-frutticole), presenta possibili strategie d'intervento per la tutela della variabilità genetica vegetale secondo gli approcci tradizionali e/o utilizzando metodiche innovative delle biotecnologie vegetali avanzate.

Parole chiave: erosione genetica, specie agrarie, Mediterraneo, biodiversità.

Genetic erosion of crop species in the Mediterranean: problems and intervention strategies

Summary

After defining genetic erosion, the present work reviews some of its causes by citing historical cases in which humans had to face dramatically the loss of plant biodiversity. Emphasis is laid on the role of the Mediterranean region as primary and secondary centre of crop species diversification and on the great opportunity given by the Italian-Albanian scientific co-operation for protecting crop species typical of the Mediterranean region and in particular, of Apulia. Besides reporting data on genetic erosion of some crops (cereals, legumes, fruit and vegetables), possible intervention strategies are described aimed at preserving plant genetic variability according to traditional approaches and/or using advanced plant biotechnologies.

Key words: genetic erosion, crop species, Mediterranean, biodiversity.

1. Introduzione

In letteratura per poter spiegare esaurientemente il significato di erosione genetica si fa subito seguire alla sua definizione un elenco di casi storici, purtroppo anche recenti, in cui l'uomo direttamente o indirettamente ha subito gravissimi danni dalla perdita di biodiversità vegetale. Quindi, per rendersi conto dei gravi problemi scaturiti dall'azione erosiva interessante geni o complessi genici di una data specie agraria è bene, "*in primis*", dare una definizione della biodiversità vegetale. Quella che appare più attuale può essere ricercata nell'art. 2: "Uso dei termini" della "Convenzione sulla diversità biologica" (CBD, 1992) stilata nell'ambito della Conferenza delle Nazioni Unite sull'Ambiente e lo Sviluppo tenuta a Rio de Janeiro e nota come: the Rio "Earth Summit". In essa, la biodiversità è definita come: "la variabilità esistente tra organismi viventi, derivanti da ecosistemi terrestri, marini, acquatici, e i complessi ecologici di cui fanno parte; ciò include la diversità entro specie, tra specie e degli ecosistemi".

Dalla predetta definizione può risalirsi al concetto di erosione genetica che, in accordo con Scarascia Mugnozza (1974), riferisce del declino e/o estinzione di una specie e, comunque, della restrizione del "pool" genico della stessa.

Richiamando concetti fondamentali della Genetica Agraria e del Miglioramento Genetico delle Piante Agrarie è possibile enfatizzare ancor più gli aspetti negativi e drammatici che l'erosione genetica può esercitare sulle specie, procurando all'umanità gravissimi danni di carattere economico, sociale e finanche politico. Infatti, la variazione fenotipica, cioè la variazione tra individui di una data popolazione che ci è consentito di apprezzare direttamente, è la risultante dell'azione congiunta di una componente di variazione ambientale e di una genetica (Johannsen, 1903). L'uomo nel corso dei millenni ha sfruttato la variabilità genetica, inizialmente in modo inconsapevole e in seguito applicando i principi della selezione, per conseguire i mirabili successi ottenuti: nell'incremento quantitativo delle produzioni agricole; nella difesa delle colture, attraverso il reperimento e lo sfruttamento agronomico delle resistenze genetiche verso gli stress biotici ed abiotici; e, attualmente, nel poter attuare sistemi agricoli eco-compatibili con l'intento di salvaguardare sempre più l'ecosistema agricolo dal grave problema dell'inquinamento ambientale. La componente genetica della variazione fenotipica è l'unica a poter essere manipolata attraverso la selezione e risulta altamente correlata, unitamente all'intensità di selezione, all'efficacia selettiva espressa come progresso genetico.

Quanto evidenziato indica come il miglioramento di una specie oggetto di selezione possa avvenire solo se esistono differenze genetiche tra gli individui e quindi se esiste variabilità genetica per i caratteri presi in considerazione nel miglioramento. Allorché la variabilità di una specie venga ad essere ristretta o compromessa si va incontro a erosione genetica che, se duratura, può portare anche alla estinzione della specie.

Gli effetti deleteri della perdita di variabilità genetica erano già note dal secolo scorso. Casi eclatanti di erosione genetica erano stati segnalati in passato soprattutto dai botanici, con allarmismi che, molto spesso, erano stati giudicati esagerati anche perché altri ricercatori (agronomi, genetisti agrari, orticoltori, ecc.), più interessati alla consistenza delle specie agrarie e alla loro coltivazione, erano distratti dagli strabilianti risultati agronomici già conseguiti e da quelli che ancora si potevano ottenere sulla scia della cosiddetta "Rivoluzione verde" (espressione coniata nel 1968 dal dr. William Gaud) in atto in molti Paesi del pianeta (Khush, 1999). Tale "Rivoluzione", se da un lato ha contribuito a sanare parzialmente le problematiche correlate alla fame nel mondo e alla elevata crescita demografica, per altri versi, come tra l'altro previsto da Swaminathan nel 1968, ha contribuito a consegnarci sistemi agricoli che risentono fortemente degli aspetti negativi caratterizzanti la "Rivoluzione verde": agricoltura intensiva, inquinamento ambientale, erosione dei terreni, erosione genetica.

A partire dagli anni '50, anche in relazione al capillare ed encomiabile lavoro condotto dal Vavilov, scopritore dei centri di origine primaria e secondaria di diversificazione delle specie (Vavilov, 1951), la drammaticità dell'erosione genetica in atto è stata segnalata ed enfatizzata da numerosi Autori (Harlan, 1956, 1970; Mangelsdorf, 1966; Blixt, 1970; Richardson, 1970; Zohary, 1970; Frankel e Bennett, 1970; Gosi, 1971; Creech e Reitz, 1971; Day, 1972; Scarascia Mugnozza, 1972; Bennett, 1973). Particolare appariva il grido d'allarme sollevato negli anni '70 per l'Inghilterra dove si stimava che la flora stesse scomparendo con la frequenza di una specie ogni quattro anni (Anonymus, 1971).

L'erosione genetica vegetale è in atto in modo preoccupante su molte specie agrarie, forestali e selvatiche. E' da sottolineare come dal punto di vista evolucionistico il declino e l'estinzione di una specie possano essere anche considerati fenomeni biologici normali ma, attualmente, l'aspetto più preoccupante è legato all'intensa frequenza con cui

il fenomeno si sta verificando. Da quanto esposto può dirsi che in generale l'erosione genetica influenza drasticamente la capacità di adattamento delle specie alle mutevoli condizioni ambientali. Inoltre, con il verificarsi dell'erosione genetica viene meno la possibilità di poter migliorare le specie agrarie in relazione a caratteristiche utili nell'immediato e nel lungo periodo, causando il drastico impoverimento delle risorse disponibili per il progresso dell'umanità.

In accordo con Scarascia Mugnozza (1974): "l'erosione genetica appare come uno dei più grossi e attuali problemi in quanto è impensabile, nonostante tutti gli apporti della scienza, poter ricostituire, una volta dispersa, l'incalcolabile diversità genetica creata dalla natura e favorita dall'uomo e dall'agricoltura pre-scientifica".

2. Casi storici drammatici imputabili ad erosione genetica

I casi storici che possono essere citati per dimostrare la drammaticità degli eventi scaturenti dalla perdita di biodiversità sono innumerevoli (Tab. 1). Basti pensare alla carestia che colpì l'Irlanda nel 1845 e che causò la morte di circa 2 milioni di persone poiché la quasi totalità delle coltivazioni di patata, moltiplicate da un "pool" genico ristretto introdotto dal Sud America, furono interamente distrutte dalla *Phytophthora infestans*, fungo anch'esso di origine esotica (Messico) verso cui non poté essere contrapposta alcuna fonte di resistenza. Allo stesso periodo, e sempre per mancanza di variabilità genetica disponibile, risale la distruzione delle piantagioni di caffè, in seguito sostituite con quelle di thè, nell'isola di Ceylon. Sempre per il caffè, Simmonds (1962) evidenziava come la maggior parte delle piante di *Coffea arabica* coltivate in Sud America derivassero da un unico capostipite allevato nell'orto botanico di Amsterdam agli inizi del XVIII° secolo. Ciò portò nel 1970 ad elevati allarmismi allorquando in Brasile comparve la ruggine del caffè (*Hemileia vastatrix*) verso cui, nel materiale brasiliano, non era possibile selezionare fonti di resistenza. Per fortuna

gli allarmi rientrarono in relazione alla disponibilità di materiali genetici agronomicamente validi e resistenti alla malattia selezionati in una varietà (Geisha) etiopie.

Altri casi importanti riguardano altre specie e sono anche molto vicini all'attualità. E' il caso della comparsa della peronospora del tabacco in Italia negli anni '60; gli attacchi sul mais e le conseguenti drastiche riduzioni produttive subite dalla coltura negli anni '70 in America ad opera di una particolare razza fisiologica di *Helminthosporium maydis* (Day, 1972), differenziatasi in quella nazione e particolarmente aggressiva su ibridi costituiti con citoplasma maschiosterile del tipo "T" (Texas). Per lo stesso motivo si nutrivano forti timori per il sorgo; inoltre forti preoccupazioni destava l'elevata uniformità genetica di molte coltivazioni propagate per via agamica nell'ambito delle piante da tubero, da frutto e da fiore (Scarscia Mugnozza, 1974).

Tab. 1 - Casi storici di drammatica riduzione delle produzioni agricole ascrivibile ad erosione genetica e/o comunque a ristrettezza della biodiversità vegetale verso varie fitopatie

Anno	coltura	Agente Biotico EeCaso
1845	patata	<i>Phytophthora infestans</i> provoca la distruzione delle coltivazioni. E' stato calcolato che 2 milioni di persone siano morte per questa causa
1860	vite europea	<i>Phylloxera vastatrix</i> distrugge i vigneti. Crisi per l'industria enologica europea. Bisognò reimpiantare i vigneti con portainnesto americano resistente
1890	caffè	<i>Hemileia vastatrix</i> (ruggine) distrugge le piantagioni nell'isola di Ceylon dove si inizia la coltivazione del Thè
1917	frumento	<i>Puccinia graminis</i> (ruggine dello stelo) causa gravissimi danni all'economia americana
1943	riso	<i>Cochliobolus myabeanus</i> devasta le coltivazioni di varie regioni
1946	avena	<i>Cochliobolus victoriae</i> devasta in America le colture praticate con l'unica varietà Victoria
1960	tabacco	Peronospora del tabacco compare in Italia e minaccia seriamente le coltivazioni
1970	caffè	<i>Hemileia Vastatrix</i> compare anche in Brasile. Però è disponibile materiale resistente selezionato da una varietà (Geisha) etiopica
1971	mais	<i>Helminthosporium maydis</i> riduce fortemente le produzioni americane data l'uniformità degli ibridi costituiti utilizzando citoplasma maschiosterile del tipo "T" (Texas)

3. Cause determinanti erosione genetica e classificazioni

Molti Autori o Istituzioni che si occupano della salvaguardia delle risorse genetiche e della conservazione della biodiversità hanno variamente classificato le cause che contribuiscono a determinare erosione genetica (Scarascia Mugnozza, 1974; Muchiru 1985; World Resources Institute *et al.*, 1992; Brush, 1993; ecc.). Nella tabella 2, a titolo d'esempio, si riportano le classificazioni operate dal World Conservation Monitoring Centre (1992) e da Dahl e Mabhan (1992). Per il WCMC le principali cause determinanti erosione genetica sono: la perdita o la modificazione degli habitat spesso associate a frammentazioni degli stessi; l'ipersfruttamento delle risorse per motivi commerciali o di sussistenza; l'introduzione di specie esotiche, che possono rivelarsi forti competitori nei confronti di specie indigene; il disturbo, l'estirpazione, lo sradicamento delle risorse genetiche; il loro prelevamento accidentale; le numerose fitopatie; la loro distribuzione limitata. Dahl e Mabhan invece, nel fornire la loro classificazione hanno indicato in ordine decrescente d'importanza le cause di erosione genetica, suggerendo che tale classificazione potrebbe anche essere utilizzata come mezzo per monitorare il proprio ambiente ed evitare l'intensificarsi dei fenomeni di erosione genetica.

Tab. 2 - Esempi di classificazione delle principali cause determinanti erosione genetica

World Conservation Monitoring Centre (1992)	Dahl and Mabhan (1992)
▪ Perdita modificazione o frammentazione degli habitat	▪ Introduzione di varietà moderne e coltivazioni esotiche
▪ Ipersfruttamento delle risorse per motivi commerciali o di sussistenza	▪ Scomparsa di manodopera specializzata nella raccolta e conservazione del seme o di materiali da propagazione
▪ Introduzione di specie esotiche a forte competitivi-	▪ Acculturamento e riduzione stessa dei conser-

tà verso specie indigene	vatori di materiali diversificati e degli agricoltori
	▪ Conversione delle terre all'agricoltura industriale
▪ Disturbo ed estirpazione di risorse genetiche	▪ Distruzione (urbanizzazione) dell'habitat e delle aziende agrarie
▪ Prelevamento accidentale	▪ Impatto degli erbicidi e dei pesticidi
	▪ Contaminazione ambientale
▪ Presenza di numerose fitopatie	▪ Introduzione di malattie esotiche
	▪ Perdita di semi da malattie
▪ Distribuzione limitata delle risorse genetiche	▪ Incrocio involontario tra i genotipi

Tra le tante classificazioni ne esistono anche di più particolareggiate riguardanti la biodiversità delle specie selvatiche. In esse sono incluse altre cause di erosione genetica comunque correlate all'intenso sviluppo agricolo caratteristico delle agricolture dei Paesi più avanzati e ai diversi fattori che lo determinano (Gomez-Campo, 1992). Un'altra classificazione molto completa è stata presentata dall'UNEP (United Nations Environments Programme, 1993) ed è stata utilizzata da varie nazioni per accertare la propria biodiversità e i fattori che la minacciano.

Oltre alle classificazioni inerenti le cause d'insorgenza del fenomeno erosivo, in letteratura esistono anche varie strategie e/o modelli di studio per poter accertare la presenza e la quantificazione dell'erosione genetica (IBPGR, 1986; UNEP, 1993). Uno di questi modelli è stato sviluppato da Goodrich (1987) e permette, attribuendo dei punteggi che quantificano la presenza e l'intensità dei fenomeni determinanti o contribuenti all'incremento dell'erosione genetica, sia una comparazione in tal senso di aree diverse, sia la quantificazione della

biodiversità delle specie in ambienti diversi (Guarino, 1995). Questi modelli possono risultare utili allorchè ci si accinga, ed è il nostro caso, a intraprendere progetti di ricerca tendenti con varie strategie, di cui si dirà in seguito, alla salvaguardia della biodiversità e a limitare l'erosione genetica.

Osservando le varie classificazioni presenti in letteratura può notarsi come una causa negativa comune ad esse, indicata come responsabile nel determinare erosione genetica, sia rappresentata dall'azione antropica esercitata nell'ecosistema agricolo; in particolare ci si riferisce all'opera di miglioramento genetico delle specie condotta dall'uomo che, molto spesso, trattando della perdita di biodiversità, viene fortemente ridimensionata nella sua riconosciuta utilità. Per quanto detto cerchiamo di capire in che modo il miglioramento genetico possa aver contribuito a determinare situazioni di erosione genetica delle specie e quindi perdita di biodiversità.

Il processo di creazione della variabilità genetica e di evoluzione delle specie coltivate è derivato principalmente da tre eventi genetici: la variazione mendeliana (mutazione), l'ibridazione interspecifica e la poliploidia (Allard, 1960). Questi eventi hanno operato sia prima che dopo l'introduzione in coltura delle specie utili all'uomo, determinando, anche in relazione all'isolamento geografico, un accumulo di variabilità genetica consistente nell'esistenza di una vasta gamma di materiali geneticamente diversificati. Un ulteriore rilascio di variabilità genetica si ebbe quando, all'incirca 10.000 anni fa, iniziò la domesticazione delle specie agrarie, intendendosi con questo termine il passaggio di una specie dallo stato selvatico a quello controllato dall'uomo. Infatti, con i maggiori spostamenti operati dall'uomo, le specie poterono diffondersi ulteriormente, sperimentare nuove situazioni ambientali, incrociarsi con specie affini e selvatiche, ampliando la variabilità genetica che si è trasmessa ai giorni nostri. In seguito, l'azione selettiva dell'uomo, intrapresa efficacemente soprattutto nella metà del secolo scorso in Europa, ha prodotto

le prime varietà agronomicamente superiori e geneticamente uniformi, che hanno rapidamente sostituito le popolazioni locali e gli ecotipi coltivati fino a quel momento, con una drastica riduzione della variabilità genetica.

Da ciò discende che anche se l'opera di miglioramento genetico effettuata dall'uomo è stato uno dei principali, se non il più importante, fattore di evoluzione dell'agricoltura, può anche dirsi essa abbia concorso notevolmente nel determinare l'erosione genetica e la perdita di notevoli quote della biodiversità di molte specie agrarie e non. Questa causa di erosione genetica divenne ancora più grave allorché cominciarono a essere selezionate varietà migliorate attraverso l'incrocio, sfruttando maggiormente le conoscenze sull'eterosi e l'uniformità degli ibridi, varietà altamente produttive quindi, che si diffusero in Europa, in America e negli altri continenti, contribuendo alla scomparsa delle popolazioni locali ricche di diversità genetica. Altra grave concausa nel determinare erosione genetica scaturiva anche dall'elevato grado di similarità genetica delle nuove costituzioni varietali, che venivano prodotte utilizzando, come parentali, materiali genetici provenienti dalla stessa origine, ricavati da "pool" genici ristretti, sfruttando pochissimo l'elevata variabilità genetica di cui si disponeva: in accordo con Frankel (1954) può concludersi che l'introduzione delle nuove varietà portava, a livello mondiale, ad una riduzione della variabilità genetica anziché ad un allargamento della stessa. Evidentemente, come si vedrà in seguito, ci sono anche altre cause che hanno contribuito alla perdita della biodiversità delle specie agrarie, ma è utile sottolineare come numerosi Autori enfatizzino, come causa principale della perdita di variabilità genetica, il ruolo sostenuto dall'uomo nel miglioramento genetico delle piante agrarie. L'erosione genetica si sarebbe quindi realizzata attraverso una serie di eventi determinanti una situazione che può ritenersi paradossale: l'uomo con la selezione ha sfruttato la variabilità genetica esistente, creando nuove e magnifiche varietà altamente produttive, uniformi, ma a ristretta variabilità genetica; nello stesso tempo la loro diffusione è avvenuta a scapito di mate-

riali vegetali ben differenziati geneticamente, di progenitori delle piante coltivate, di specie selvatiche di potenziale utilità per i piani di miglioramento genetico futuri. La tendenza a indicare l'uomo, ed in particolare i "breeders", come principali responsabili della perdita di biodiversità è manifesta anche nell'ambito della Convenzione di Rio (1992), la Convenzione sulla Diversità Biologica, Agenda 21, e altri documenti e/o protocolli d'intesa e d'intervento fra Governi, stilati per fronteggiare il declino della biodiversità e quindi l'erosione genetica.

4. Rilevanza del problema per l'area mediterranea

Il progetto di cooperazione italo-albanese per la valorizzazione della biodiversità vegetale mediterranea in svolgimento risulta di particolare importanza soprattutto per l'area geografica interessata che è quella mediterranea (Fig. 1). L'area ricade in uno dei centri di origine e diversificazione delle specie (specificatamente il V) studiati e indicati dal Vavilov che, grazie anche agli studi condotti dal botanico svizzero De Candolle, ha contribuito in modo determinante alla conoscenza delle aree geografiche in cui è possibile reperire cospicue quantità di variabilità genetica delle piante coltivate.

Nel centro mediterraneo, formato dai Paesi bagnati dal mediterraneo e dalle zone contigue, ricadono buona parte dei Paesi europei. In essi è possibile incontrare un'estrema ricchezza di biodiversità vegetale che, comunque, è maggiormente concentrata nel sud Europa, particolarmente nel Sud Italia, nella penisola iberica, sulle Alpi, nei Balcani, in Grecia, Cipro e sul Mar Nero (Akeroy e Heywood, 1994). L'Italia risulta la nazione più ricca di specie vegetali (5650), seguita dai paesi della ex Jugoslavia (5350), dalla Spagna (5050), la Grecia e la Francia, rispettivamente con 5000 e 4650 specie (Tab. 3).

Tab. 3 - Stime della biodiversità vegetale e sua concentrazione (consistenza numerica) nelle regioni dell'Europa meridionale (Akeroy e Heywood, 1994)

Nazione	Specie vegetali
Italia	5650
Ex Jugoslavia	5350
Spagna	5050
Grecia	5000
Francia	4650

Il centro di origine mediterraneo, oltre ad essere importante in quanto centro primario di diversificazione di molte specie coltivate, è stato anche determinante per l'ulteriore diversificazione di molte specie in esso introdotte, risultando quindi anche centro di diversificazione secondaria di molte specie agrarie e forestali (Tab. 4).

Tab. 4 - Principali specie agrarie originatesi o diversificatesi nel centro di origine mediterraneo

Cereali	Avena, Segale, Frumento
Leguminose	Pisello, Veccia, Lupino, Fava, Cerce
Foraggiere	Trifoglio, Festuca, Loglio, Erba medica
Orticole	Asparago, Carota, Bietola, Cavolo, Lattuga, Sedano, Cicoria, Pastinaca, Carciofo, Finocchio
Oleaginose	Olivo, Cartamo
Piante da fibra	Canapa, Lino
Fruttiferi	Fico, Vite
Piante aromatiche	Menta, Rosmarino, Salvia, Alloro
Essenze forestali	Abete, Pino, Quercia, Carrubo

Attualmente, anche in questo centro di origine vi sono notevolissimi problemi che stanno mettendo a repentaglio la variabilità genetica di molte specie agrarie, tra l'altro importanti per la Puglia e le regioni limitrofe compresa l'Albania. Per esempio,

trattando dei frumenti può tracciarsi un quadro completo di ciò che è accaduto e sta accadendo riguardo alle risorse genetiche di queste colture. Il patrimonio genetico del frumento era molto ampio riguardo alle fonti di resistenza a malattie, per adattabilità, attitudine alla panificazione e pastificazione, ecc., ma in seguito all'intensa opera di miglioramento genetico iniziata all'inizio del secolo da Strampelli, prima sul tenero e dopo (anni '20) sul duro, e continuata da illustri genetisti agrari, si ebbe subito una restrizione del "pool" genico, peraltro segnalata già dagli anni '50 dal De Cillis, Vallega, ed altri Autori. Essi esortavano fortemente alla salvaguardia delle vecchie varietà locali del frumento duro e di altre risorse genetiche, magari meno produttive, ma dotate di sistemi genetici di adattamento alle avversità biotiche ed abiotiche.

L'uniformità colturale creatasi per la coltivazione dei frumenti fa ritenere che negli ultimi anni in Italia siano andate perse oltre il 95% delle antiche varietà di grano; in Sicilia, il 60% della superficie a grano è coltivata con una sola varietà e stessa cosa all'incirca accade in Puglia ed in particolare nel tavoliere. D'altronde Gosi, già nel 1971 affermava che in Italia le oltre 250 varietà di frumento ancora coltivate negli anni '20 erano scomparse. Stessa situazione si è verificata in Grecia (Bennett, 1971) dove, mentre negli anni '30 i grani duri e teneri coltivati erano per oltre l'80% costituiti da varietà locali, già negli anni '60 essi si erano ridotti del 25% fino a rappresentare meno del 10% negli anni '70. Addirittura in Turchia, regione importante per la domesticazione del frumento e quindi ricchissima di germoplasma, già dagli anni '70 più dell'80% della superficie a frumento era coltivata con varietà messicane.

Tra le principali risorse, Iannelli (1996) cita alcune cultivar di elevato valore agronomico che hanno segnato positivamente la durogranicoltura meridionale e pugliese: il Russello e il Cappelli, di cui gli Autori della presente nota conservano gelosamente alcuni campioni procurati con fatica in Sicilia; il Grifoni, precoce, ad elevata produttività per l'epoca in cui fu costituito; il Capeiti 8, il

Patrizio che, con Appulo, sono state diffusissime fino a pochi anni fa; i cosiddetti grani "Val" che, pur se ancora rintracciabili, si dovrebbe iniziare a tutelare. Altre cultivar quasi scomparse sono il Sincape, i Belsincap resistenti alle ruggini, alcune linee discendenti dagli incroci *Triticum turgidum* x *Triticum durum*, molto alte, ma con stelo robusto ed elastico, per le quali l'Autore citato in precedenza ha indicato una possibile utilizzazione odierna come foraggiere da utilizzare allo stato ceroso della granella.

La perdita di variabilità genetica nel frumento è anche stata acuita dalla scomparsa dalle coltivazioni di alcune specie affini, che rappresentavano un serbatoio di geni a cui attingere per introgredirli attraverso l'incrocio interspecifico nel frumento: è il caso del *Triticum monococcum*, *T. dicoccum*, *T. spelta* (rispettivamente Farro piccolo, medio e grande) la cui coltivazione per fortuna è ora tornata in auge da quando, soprattutto per gli ultimi due, vi è stata una rivalutazione culinaria.

A fronte di questa situazione ancor oggi non si può conoscere attendibilmente se la variabilità genetica dei frumenti è andata persa per sempre o una parte di essa può essere recuperata poiché conservata nelle collezioni mondiali mantenute a S. Pietroburgo (Istituto Vavilov), Fort Collins, Kioto, Bari e Gatersleben, dove operano grandi Istituti per la conservazione del germoplasma. Nella Tabella 5 viene riportato un elenco di ecotipi di *Triticum* coltivati in Puglia negli anni passati, ma attualmente di difficile reperimento o definitivamente scomparsi.

Tab. 5 - Alcuni esempi di ecotipi pugliesi appartenenti al genere *Triticum* di difficile reperimento o definitivamente scomparsi

Specie e nome dell'ecotipo	Territorio interessato alla coltivazione				
	Bari	Brindisi	Taranto	Foggia	Lecce
<i>Triticum aestivum</i>	Bianchetta	Maiorica	Maiorca II	Maiorca Bianca	
	Maiorica	Maiorca	Maiorca		

L'erosione genetica di specie agrarie in ambito mediterraneo:
rilevanza del problema e strategie d'intervento

I					
Triticum polonicum		Sant'Elena B	Ruscia II		Provenza- no
		Cento a To- molo			Russo
					Ruscia Turca
Triticum durum	Duro	Grano Turco	Duro di Ginosa	Carlan- tino	Rosarda (Scorra- no)
	Biancolillo	Capinera A	Maiorccone	Medea	Ricco
	Ricco Loca- le A	Capinera B	Capinera	Grano duro del Sud Africa	Rossarda
	Ricco Loca- le B		Ruscia I	Zinga- riello	Cannelli- no
	Rossia				Triminia
	Mahomondi				
	Duro di San Pasqua- le				
	Lungo Mussolini				

Fonte: Istituto del Germoplasma, Bari

La grande erosione genetica determinata in frumento dalla disponibilità di nuove cultivar più produttive si è trasmessa indirettamente anche su altre specie importanti per l'areale mediterraneo che, data l'enorme diffusione della coltura del frumento, hanno subito ampie restrizioni nelle superfici ad esse destinate e la scomparsa delle varietà locali. Basti pensare all'orzo, alla segale, all'avena. Ancora Iannelli (1996) ricorda come, proprio in virtù del lavoro di selezione condotto su popolazioni locali delle predette specie, sia stato possibile iscrivere al Registro delle sementi varietà di buon valore agronomico. Orzi quali: Zingaria e Micuccio, precoci e ad alta competitività verso le malerbe, oppure l'avena Rogar 8 (*Avena romana* x cv Garry) a granella rossa, particolarmente appetita dagli equini.

Per ciò che concerne le leguminose, altra famiglia fortemente colpita da erosione genetica, l'Italia

meridionale e la Puglia in particolare erano ricche di popolazioni locali ed ecotipi di fava, cece, pisello, lenticchia, fagiolino dall'occhio, cicerchia, lupino, veccia. Tali colture rientravano nelle consuetudinarie rotazioni con i cereali, in cui era sfruttata l'azione simbiotica dei *Rhizobium* per approvvigionare di azoto i terreni; tra l'altro, esse sono state preziose fonti di apporti calorici, soprattutto azotati, per le popolazioni che seguivano quella dieta mediterranea oggi tanto rivalutata a livello internazionale.

L'erosione genetica in atto in queste specie è comune a quella dei frumenti. Essa trae origine: dalla introduzione della monocoltura del frumento; dall'uso di varietà di frumento maggiormente produttive che, anche a livello di reddito, hanno insidiato quelli derivanti dalle scarse produzioni ottenibili dalle leguminose; dalla scarsa attenzione scientifica ricevuta da detta famiglia (Filipetti e Ricciardi, 1993).

E' comunque da evidenziare come in questi anni, sia per il frumento duro sia per le leguminose da granella, l'Istituto di Miglioramento Genetico delle Piante Agrarie, l'Istituto del Germoplasma e l'Istituto di Agronomia di Bari abbiano condotto importanti attività di ricerca, di reperimento e conservazione di risorse genetiche locali e introdotte da altri Paesi mediterranei. Queste attività hanno anche consentito alle prime due Istituzioni citate di perseguire importanti costituzioni varietali di frumento duro (Messapia, Salapia, Norba, Salentino, ecc.), mentre l'Istituto del Germoplasma ha recentemente iscritto al Registro Nazionale delle Sementi quattro varietà di Farro (Farvento, Lucanica, Triventina e Forenza). Inoltre per la veccia, l'Istituto di Agronomia, partendo da una collezione di origine mediterranea fornita dall'Istituto del Germoplasma, ha costituito tre varietà a diversa precocità: Itria, Sauro e Murgia.

Sempre per il genere *Vicia*, Iannelli (1996) cita alcuni ecotipi autoctoni e spontanei della Basilicata che hanno subito erosione genetica: la *Vicia melonaps* ad elevata produttività; la *Vicia cracca*, poliennale da pascolo; la *Vicia bithynica* presente

anche in altre regioni del mediterraneo. Lo stesso Autore si lamenta anche dell'impossibilità di poter attualmente reperire nell'appennino dauno il *Trifolium resupinatum* var. *majus* da cui era stata costituita la cv Accadia. Altre foraggere erose nella Murgia gravinese sarebbero le *Phalaris tuberosa* e *truncata* da cui discendevano le cv. Dolcecanto e Murgense ad elevata produttività foraggera e dotate di longevità e scarsa o nulla tossicità.

Anche per la famiglia delle leguminose nella tabella 6 si riportano alcuni casi per i quali oggi è difficoltoso reperire in Puglia popolazioni e/o ecotipi coltivati in passato e dai quali, tramite il miglioramento genetico, sarebbe stato possibile pervenire alla costituzione di varietà interessanti.

Tab. 6 - Alcuni esempi di ecotipi pugliesi di leguminose da granella di difficile reperimento o definitivamente scomparsi

Specie e nome dell'ecotipo		Territorio interessato alla coltivazione
<i>Lens culinaria</i> L.	Lenticchia di Altamura	Provincia di Bari
<i>Cicer arietium</i> L.	Cece di Alezio	Provincia di Lecce
	Cece locale di Poggior-sini	Provincia di Bari
<i>Vicia faba</i> L. var. <i>major</i>	Fava romastelli Altamura	Provincia di Bari
	Fava locale di Bari	" " "
	Fava di Castellana	" " "
	Fava di Putignano	" " "
<i>Vicia faba</i> L. var. <i>equina</i>	Fava di Carovigno	Provincia di Brin-disi
	Mezza fava di Casarano	Provincia di Lecce
	Fava locale di S. Michele	Provincia di Bari
	Fava di Terlizzi	" " "
<i>Vigna unguiculata</i> L.	Popolazioni locali di Faggiolino	Regionale
<i>Lathyrus sativum</i> L.	Popolazioni locali di Cicerchia	"
<i>Lupinus albus</i> L.	Popolazioni locali di Lupino	"

ticole. Tra l'altro, migliorando molte delle varietà locali ortofrutticole pugliesi e lucane si potrebbe sin d'ora, dato il loro interesse, valorizzarle agronomicamente e commercialmente perseguendo la redazione di disciplinari di attuazione di Indicazione Geografica Protetta (IGP) e/o di Denominazione di Origine Protetta (D.O.P.): è il caso della cipolla di Acquaviva, il percoco di Turi e Tursi, il fiorone rosso di Trani, la melanzana di Rotonda (*Solanum aethiopeum* L.), alcune varietà locali di carosello, ecc. Anche in questo caso (Tab. 7) si riporta un elenco (purtroppo sicuramente incompleto) di specie ed ecotipi su cui si dovrebbe intervenire prioritariamente nella loro tutela.

Tab. 7 - Elenco di alcuni ecotipi di specie orticole di difficile reperimento e/o fortemente minacciate da erosione genetica.

Brassica oleracea var. acefala (cavolo da foglia):
"colriz"

Carota di: Polignano e/o Conversano

Caroselli e Barattieri di Fasano

Lattuga romanella (a cappuccio con foglia liscia)

Cipolla d'Acquaviva

Cicoria

Cavoli

Carciofo cannese da cui: il molese e di S. Ferdinando

Carciofo bianco di Putignano e tarantino

Cima di rapa: ecotipi di Martina Franca e Fasano

Pomodori tipo "cherry" di: Fasano, Manduria, Avetrana (Fiaschetto e Regina)

Meloni: anche della varietà botanica *Inodorus* (meloni d'inverno):

- Giallo brindisino, liscio e retato; di Collepasso (Otranto); tipo Honey dew (S.Vito dei Normanni)
 - Brindisino di Castellaneta; Pupperti (Tricase); Pezze de Casu (S. Vernotico: subsferico)
 - Rognoso napoletano; melone di Gioia; rognoso giallo di Cosenza; locale di Laterza
 - Sferico retato del Salento
-

Come evidenziato, l'erosione genetica e la perdita di biodiversità, l'uniformità genetica delle colture conducono ad una ridotta base genetica delle specie agrarie e non, che può rendere l'umanità impotente verso il verificarsi di epidemie e catastrofi.

Ma quali sono le azioni che vanno intraprese e sostenute per fronteggiare la minaccia derivante dall'erosione genetica? Evidentemente azioni riguardanti la salvaguardia delle specie operata sempre più in maniera collettiva, con azioni di responsabilità paritarie tra i Governi che possono mettere in campo ricercatori possessori del know-how riguardante la raccolta, la moltiplicazione e la conservazione del germoplasma della specie minacciate dall'erosione genetica e quelli che detengono la risorsa biodiversità. La salvaguardia del germoplasma e le azioni che possono favorirne un'ulteriore evoluzione devono essere intraprese sia sulle risorse genetiche (Tab. 8) delle specie agrarie sia sulle specie affini, potenziali donatrici di geni utili per le specie coltivate. Grande attenzione dev'essere posta anche nella salvaguardia delle specie selvatiche che, date le crescenti necessità alimentari e non del genere umano, con la loro domesticazione potrebbero rivelarsi fondamentali nel futuro per la risoluzione di particolari problemi energetici (Simmonds, 1962). In ultimo, soprattutto attualmente diviene importante che le azioni di salvaguardia siano condotte facendo fronte comune contro chi vorrebbe sfruttare privatisticamente il patrimonio biologico naturale per scopi commerciali.

Tab. 8 - Definizione ed esempi di materiali genetici vegetali costituenti le risorse genetiche agrarie

"Insieme di materiali vegetali già individuati, raccolti e classificati dall'uomo, oppure non ancora disponibili nè noti, che possono comunque essere impiegati come base per i lavori di miglioramento genetico"

Secondo questa definizione sono

Risorse genetiche

- a) Le varietà coltivate di recente costituzione altamente produttive
 - b) Le varietà obsolete ormai abbandonate
 - c) Le popolazioni locali: contenenti geni e/o complessi genici favorevoli (resistenze, qualità, adattabilità a stress biotici ed abiotici, ecc.)
-

- d) Le forme ancestrali selvatiche affini alle specie coltivate
 - e) Le specie selvatiche non ancora coltivate, ma di potenziale utilizzo per l'uomo (proteine, oli, sostanze farmacologiche, officinali, ecc.)
 - f) Le linee in selezione e stock genetici vari (mutanti, linee particolari, ecc.)
-

5. Strategie d'intervento

Oggi più che mai, le risorse genetiche ed in generale la biodiversità devono essere considerate come un bene economico da salvaguardare (Salvioni, 1995). Prova ne sono le iniziative comunitarie di incentivazione all'attività di salvaguardia favorite anche attraverso il pagamento di premi agli agricoltori che s'impegnino a conservare (Reg. CEE 1467/94) "ex situ" e/o a coltivare (Reg. CEE 2078/92) risorse genetiche minacciate o in via d'estinzione. Purtroppo questi strumenti non sono stati messi in atto diffusamente nelle varie Regioni italiane sia per una scarsa conoscenza di quali materiali genetici salvaguardare e delle problematiche tecniche di salvaguardia, sia, a nostro parere, per scarsa collaborazione tra i ricercatori e le Istituzioni locali preposte a dare inizio per tempo alle attività di salvaguardia previste. A tale riguardo vorremmo rimarcare come l'erosione genetica rappresenti un grave problema che va affrontato in modo collegiale, ricorrendo a varie competenze non solo scientifiche e tecniche del settore biologico, ma anche socio-politiche.

Le strategie d'intervento classiche per la salvaguardia delle risorse genetiche prevedono essenzialmente due metodi: l'istituzione di riserve, parchi, biosfere, ecc., in cui il materiale genetico possa continuare indisturbato la propria evoluzione (banche di geni "in situ"); la costituzione di collezioni da conservare in condizioni tali da non pregiudicare il "pool" genico delle popolazioni originali (banche di geni "ex situ").

L'utilità delle riserve e/o parchi non è confinata, come spesso si pensa, alle specie fruttifere, alle forestali o foraggere da pascolo, ma anche a specie selvatiche affini alle specie agrarie, che potrebbero essere utilizzate in futuri piani di miglioramento genetico, per trasferire geni o complessi genici codificanti per particolari caratteristiche di pregio (resistenze, adattamento, incremento di particolari sostanze utili, ecc.). Inoltre, le riserve in futuro potranno svolgere un ruolo primario nel processo di domesticazione di piante non ancora sfruttate dall'uomo. Nella figura 2 si riporta la consistenza dei parchi e delle biosfere italiane stimata da Hammer *et al.* (1999).

Tralasciando, per motivi di sintesi, gli aspetti tecnici della creazione e conduzione delle riserve (inventario delle specie minacciate, individuazione dell'area, dimensioni, ecc.) è utile evidenziare come in esse sia stata dimostrata l'importanza del perdurare dell'effetto antropico poiché direttamente correlato con l'evoluzione dei materiali genetici protetti. A tal proposito va anche segnalato come attualmente, in relazione alla "nazionalizzazione" delle risorse genetiche sancita dalla convenzione di Rio (1992), con cui si afferma la sovranità dei Governi sulle risorse genetiche, numerosi ricercatori ritengono che i metodi di salvaguardia delle biodiversità vegetale "in situ" debbano essere rivisitati soprattutto quando applicati nei Paesi in via di sviluppo che, tra l'altro, il più delle volte sono proprio quelli che possiedono la maggiore quota di diversità genetica (Pagiola, 1997; Qualset *et al.*, 1997; Jana, 1999). In effetti a tale conclusione si giunge considerando che tali Paesi hanno necessità primarie da realizzare (approvvigionamento di cibo, di risorse naturali, ecc.), che si coniugano maggiormente con le forme di agricoltura industrializzata, caratterizzate proprio da quei fattori che creano erosione genetica (uso di varietà migliorate, monocoltura, ecc.), anziché con forme di agricoltura sostenibile atte alla salvaguardia degli habitat in cui hanno avuto origine le risorse genetiche. Quindi, in detti Paesi, se gli habitat naturali non possono essere conservati e tutelati in relazione all'intenso sviluppo agricolo di cui hanno bisogno, si dovrebbe cercare

d'inserire i piani di salvaguardia delle risorse genetiche nei moderni agrosistemi che si vanno a creare. Per far ciò possono essere utilizzate nuove tecniche dinamiche di conservazione delle risorse genetiche che, soprattutto per le piante coltivate, possono prevedere la cosiddetta conservazione "on-farm" (Brush, 1995; Bellon et al., 1997).

Questo metodo è attuato attraverso la cooperazione attiva tra agricoltori e ricercatori nella coltivazione di differenti popolazioni o materiali genetici di una certa coltura nell'agrosistema dove essa si è evoluta. Jana (1993) ha dimostrato (per es. in orzo, in frumento) come seguendo detti metodi si possa pervenire alla conservazione di elevate quote della diversità genetica. Lo stesso risultato potrebbe essere raggiunto anche costituendo e allevando popolazioni di sintesi geneticamente eterogenee (composite) delle principali colture poste a riprodurre in condizioni ambientali contrastanti (per es. alti e bassi input energetici; ambienti siccitosi e non e così via) pervenendo, in tal modo, alla costituzione di materiali genetici soprannominati "landraces moderne" ad elevata variabilità (Harlan, 1992; Jana, 1999). Evidentemente, per poter condurre queste nuove strategie di conservazione "in situ" delle risorse genetiche, devono anche essere adottate misure d'incentivazione per gli agricoltori la cui esperienza, inoltre, può risultare utile durante i piani di selezione per adattabilità e nella valutazione e il confronto varietale (Sparling et al., 1993; Iwanaga, 1995; Eyzaguirre e Iwanaga, 1996).

Perrino (1990) cita un esempio di conservazione "in situ" realizzato in Italia, riguardante gli alberi da frutto (Fig. 3). Infatti nella nostra nazione, grazie all'opera di ricercatori del Consiglio Nazionale delle Ricerche, di varie Università e alla cooperazione con scuole agrarie, amatori, ecc., si è riusciti a conservare varietà di 10 specie frutticole in ben 84 stazioni di osservazione per un totale di 8861 cultivar tradizionali (Scaramuzzi, 1988; Agabbio, 1992).

Nel caso della conservazione "ex situ", la costituzione di collezioni di germoplasma prevede fasi di

studio ed operative, che devono condurre al reperimento e alla conservazione di estese quote di variabilità genetica delle specie oggetto delle ricerche.

Simmonds (1979) ha tracciato queste fasi (Fig. 4), che essenzialmente prevedono l'individuazione, anche attraverso esplorazioni, delle risorse genetiche da preservare, la loro raccolta, moltiplicazione, valutazione, conservazione e censimento informatico di cui potranno avvalersi i futuri fruitori di segmenti delle collezioni. Per poter attuare le suddette fasi è necessaria la presenza di competenze professionali specifiche (agronomi, botanici, ecologi, genetisti agrari, breeders) che, di solito, lavorano in grossi centri di ricerca specializzati nella salvaguardia del germoplasma, distribuiti in varie zone geografiche interessanti per la presenza di elevata biodiversità vegetale: Istituto del Germoplasma di Bari (Italia), IBPGR (Italia), ICARDA (Siria), ICRISAT (India), CIMMYT (Messico), ecc..

Non potendoci dilungare sugli aspetti tecnici di ogni singola fase citata è comunque da sottolineare sinteticamente come nella fase di esplorazione e raccolta del materiale bisognerà preliminarmente acquisire informazioni sugli habitat da visitare e decidere i campionamenti territoriali da effettuare. Questi dovranno riguardare anche il numero di accessioni da prelevare ed il numero di individui che formeranno le accessioni.

Il mantenimento del materiale raccolto passa attraverso la sua osservazione, il rilievo di caratteri bioagronomici, biochimici e, attualmente in alcuni casi, attraverso la sua caratterizzazione molecolare. Inoltre, mantenere il germoplasma raccolto significa anche utilizzarlo in lavori di miglioramento genetico ed evidentemente conservarlo in maniera appropriata, salvo ringiovanirlo dopo un certo periodo di tempo dipendente dalle modalità di conservazione (a breve, media e lunga durata).

Per ciò che concerne i metodi di conservazione, essi dipendono dalle modalità di propagazione o riproduzione della specie. Per le specie la cui con-

servazione avviene mediante il seme bisognerà accertarsi dei tempi di conservazione applicabili, che possono variare da pochi mesi, a pochi anni, a centinaia di anni quando conservati in condizioni appropriate. Un metodo di conservazione generalmente indicato a livello internazionale prevede la disidratazione del seme fino al 4-6% del peso e la successiva conservazione in vari contenitori (vetro, lamiera, alluminio) tra -18 e -20 °C. Allorchè la germinabilità dei campioni scenda al di sotto dell'80%, le collezioni devono essere ringiovanite.

Nella conservazione di risorse genetiche "ex situ" possono anche essere utilizzate altre metodiche. La possibilità del loro utilizzo varia in relazione alle specie considerate. Per le piante a propagazione vegetativa (per es. fruttiferi), in Italia già dagli anni '60 sono state costituite collezioni viventi allevate in campo (field genebanks) presso diverse Istituzioni. A tal proposito, Perrino (1997) ha evidenziato come vi siano 18 Istituzioni che curano la conservazione di 14 generi di specie frutticole e perenni (olivo, pero, melo, vite, pesco, mandorlo, ciliegio, citrus, ecc.) per 46 specie, per un totale di 13.560 accessioni.

Un'altra tecnica di conservazione che potrebbe trovare maggiore diffusione soprattutto nel caso delle piante a propagazione vegetativa è la conservazione "in vitro" di tessuti, cellule, meristemi, peraltro già effettuata per alcune colture (patata, batata, manioca, alcuni fruttiferi). Sono in corso numerosi studi per accertare e/o migliorare i mezzi di coltura da utilizzare; la conoscenza delle più appropriate condizioni ambientali di crescita degli espianti; le tecniche per controllare la stabilità genetica "in vitro" necessaria per conseguire l'integrità genetica delle collezioni (Engelmann, 1997). Ricorrendo all'applicazione di questa tecnica allo stadio vegetativo delle piante potrebbero essere conservate anche le risorse genetiche di specie che non producono facilmente frutti o semi oppure di quelle che hanno semi "recalcitranti". Un'altra tecnica promettente in fase di studio e d'ausilio alla coltura "in vitro" è la crioconservazione di tessuti e organi (Withers e Engelmann, 1997). Essa consiste nella riduzione dell'attività

metabolica dei tessuti posti in conservazione attraverso il drastico abbassamento termico (per es. ottenuto con azoto liquido a -196°C) o vetrificazione (Fahy *et al.*, 1984). In tal modo, riuscendo ad evitare danni derivanti da congelamento e scongelamento, si potrebbero raggiungere tempi lunghissimi di conservazione.

La lotta all'erosione genetica può anche essere condotta attraverso la costituzione e/o l'ampliamento dei giardini botanici. La nostra nazione ha una buona tradizione in tal senso, infatti il primo giardino botanico europeo è stato costituito a Pisa nel 1545. In Italia (Raimondo, 1992; Hammer *et al.*, 1999) esistono 36 giardini botanici (Fig. 5) dai quali è auspicata una migliore diffusione delle notizie riguardanti le specie presenti, la loro consistenza e la loro origine (indigena o esotica). Anche in questo contesto si pone l'importanza della cooperazione Italo-Albanese in atto, che potrà contribuire significativamente alla crescita dell'orto botanico di Lecce. Nelle modalità di conservazione "ex situ" si possono anche annoverare i giardini botanici alpini e gli arboreti che, comunque, nel nostro Paese, ed in Puglia in particolare, hanno ridotta diffusione pur presentando un gran numero di specie native allevate in aree limitate (Hammer *et al.*, 1999).

In ultimo, tra le strategie d'intervento praticabili per la lotta all'erosione genetica, è doveroso almeno citare le grandi opportunità di applicazione delle tecniche derivanti dalle biotecnologie vegetali avanzate anche alle specifiche problematiche della salvaguardia della variabilità genetica, la conservazione e utilizzazione della stessa.

L'uso delle metodiche biotecnologiche vegetali può avvenire a livello cellulare, di cui in parte ci siamo già accupati trattando dell'utilizzo della coltura in vitro e della crioprotezione nella conservazione "ex situ" delle risorse genetiche, oppure a livello molecolare. In questo caso esse possono servire (Barlow e Tzotsos, 1995): a individuare e caratterizzare la diversità genetica; come nuovi mezzi di conservazione e gestione delle risorse genetiche; ad incrementare l'efficienza d'uso della

biodiversità attraverso la selezione mirata del migliore germoplasma, la selezione assistita attuabile nel miglioramento genetico, la manipolazione genetica per un intenso e appropriato uso dei geni conservati.

L'analisi e la caratterizzazione della diversità genetica sono fondamentali per le strategie di conservazione delle risorse genetiche. Cronologicamente si è passati da un accertamento della variabilità genetica stimata valutando caratteristiche morfologiche, ad approcci biometrici, biochimici (valutando profili proteici e isoenzimatici) e attualmente molecolari, utilizzando metodologie basate sulla valutazione della variabilità nelle sequenze del DNA. In quest'ultimo caso sono state messe a punto tecniche per l'identificazione di marcatori molecolari correlati al polimorfismo intraspecifico presente nei materiali da salvaguardare. Rispetto alle metodiche utilizzate nel passato (NEPs: polimorfismo a occhio nudo; PBGMs: marcatori genetici su base proteica), il vantaggio dell'utilizzazione dei marcatori molecolari negli studi sulla diversità genetica risiede nella loro sensibilità, nella velocità e riproducibilità delle analisi (Frugis et al., 1995).

Tra i principali possono citarsi: gli RFLP, i RAPD, i mini e microsattelliti e gli AFLP.

I marcatori RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphisms) sono marcatori molecolari che individuano polimorfismo nella lunghezza di frammenti di DNA tagliato mediante enzimi di restrizione. Essi hanno numerosi vantaggi rispetto ai marcatori morfologici e isoenzimatici poiché il loro numero è elevato, possono essere determinanti in qualsiasi stadio dello sviluppo ontogenetico della pianta, non interagiscono con gli effetti ambientali, hanno ereditarietà codominante e non presentano effetti pleiotropici. Caratteristiche negative di questi marcatori sono l'elevato costo e problemi connessi con la sicurezza poiché la loro determinazione avviene utilizzando sorgenti radioattive.

I RAPD (Random Amplification Polymorphic DNA) sono frammenti di DNA genomici amplificati attraverso la

reazione a catena della polimerasi (mediante l'uso di un'apparecchiatura chiamata termociclatore o più brevemente "PCR") condotta con "primer" casuali. I siti polimorfici sul genoma vengono individuati quando manca un sito d'aggancio per i "primer" utilizzati. Questa classe di marcatori è stata utilizzata frequentemente negli studi sulla diversità genetica (Williams *et al.*, 1990; Howell *et al.*, 1994; Virk *et al.*, 1995) anche perché, pur fornendo risultati simili all'analisi RFLP, presentava indubbi vantaggi rispetto a quest'ultimi; in particolare l'analisi RAPD risultava più economica, semplice e meno rischiosa, ma mostrava eredità dominante.

Con la tecnica "PCR", negli ultimissimi anni sono state sviluppate nuove classi di marcatori molecolari (Morgante e Olivieri, 1993; Senior e Heun, 1993; Cregan *et al.*, 1994): gli SSRs (Simple Sequence Repeats) o microsatelliti e i VNTRs (Variable Number of Tandem Repeats) o minisatelliti, che rappresentano zone ipervariabili e intersperse nel genoma, spesso in regioni a singola copia di DNA. Le zone microsatellitari sono formate da sequenze di due, tre o quattro nucleotidi ripetute in numero variabile, mentre quelle dei minisatelliti da unità nucleotidiche più lunghe e ripetute. Con l'amplificazione PCR della regione ipervariabile, e utilizzando "primer" fiancheggianti i micro o minisatelliti, possono determinarsi sequenze di DNA altamente polimorfiche. Il grado di polimorfismo determinabile con questi marcatori è maggiore rispetto a quello degli altri marcatori precedentemente presentati ed è in relazione al numero di unità nucleotidiche ripetute che, evidentemente, presenta variazioni tra gli individui posti a confronto.

Recentemente è stata sviluppata una nuova classe di marcatori: gli AFLP (Amplified Fragments Length Polymorphisms), che derivano dall'amplificazione selettiva, tramite PCR, di frammenti di restrizione derivanti da digestione del DNA genomico (Vos *et al.*, 1995). Questa metodologia, già ampiamente utilizzata, sta dando risultati apprezzabilissimi nello studio della diversità genetica.

Attualmente, con le varie classi di marcatori molecolari disponibili, è divenuto più semplice accer-

tare l'origine tassonomica dei campioni facenti parte delle ampie collezioni mantenute negli Istituti del germoplasma, evitando anche duplicazioni. Inoltre, poiché già tecnicamente possibile, può affermarsi che in futuro potrà essere possibile conservare le risorse genetiche direttamente sotto forma di DNA e quindi geni utili, con conseguenze positive sulla gestione delle risorse stesse (Adams, 1997).

Altro aspetto importante correlato all'utilizzo dei marcatori molecolari diviene dalla possibilità di poter costituire mappe genetiche basate sull'associazione tra detti marcatori e geni che controllano caratteri mendeliani o quantitativi (Laurie *et al.*, 1997). In tal modo, sfruttando le risorse genetiche nei piani di miglioramento genetico, è possibile incrementare l'efficienza selettiva per caratteristiche d'interesse attraverso la cosiddetta "selezione assistita" (Stomberg *et al.*, 1994), che può condurre in tempi brevi alla costituzione di nuove varietà.

Le risorse genetiche, grazie alle biotecnologie vegetali avanzate, potranno anche essere oggetto d'isolamento genico per fornire geni d'interesse che, o per via tradizionali o attraverso la trasformazione genetica, potranno essere inseriti in materiali breeding di elevato valore agronomico (Callow *et al.*, 1997).

6. Conclusioni

Nel presente lavoro si è cercato di evidenziare come le strategie d'intervento per prevenire e lottare contro l'erosione genetica siano molteplici e possono risultare efficienti allorché precocemente utilizzate.

La salvaguardia della biodiversità vegetale, oltre a prevedere l'interazione di varie competenze scientifiche, dev'essere compiuta cercando d'integrare quanto più possibile le azioni dei Governi che attualmente detengono cospicue fonti della diversità genetica con quelle dei Governi maggiormente industrializzati; solo in tal modo, infatti, potranno promuoversi progetti di cooperazio-

ne scientifica commercialmente disinteressati e tendenti ad accrescere le risorse genetiche, culturali ed anche economiche dei Paesi coinvolti.

Da tali cooperazioni, i Paesi in via di sviluppo potranno trarre vantaggio in relazione alle maggiori disponibilità di pregevoli varietà costituite con l'opera di miglioramento genetico, agli incentivi governativi e all'ampliamento del proprio Know-how biotecnologico "sensu lato". I Paesi industrializzati, invece, accrescerebbero le loro risorse genetiche con positivi riflessi sugli inconvenienti che potrebbero presentarsi in futuro in seguito alla drammatica erosione genetica in atto.

In conclusione di questa nota ci sia consentito esprimere una benevola rivendicazione professionale. All'inizio è stato indicato come una delle cause principali determinanti l'erosione genetica di molte specie agrarie sia stata proprio l'opera di costituzione varietale, definita mirabile da molti, compiuta prima e durante la "rivoluzione verde" dai genetisti agrari e miglioratori vegetali. Queste figure professionali, a nostro parere oltremodo ingiustamente colpevolizzate, hanno determinato con il proprio lavoro, svolto nei campi e nei laboratori di ricerca, progressi scientifici (incremento quanti-qualitativo delle produzioni agricole) che si sono positivamente riflessi sul benessere socio-economico non solo dei Paesi industrializzati, ma parzialmente anche di quelli che ancor'oggi, e sono tanti, continuano a combattere contro problematiche di sopravvivenza.

E' certo che, nonostante tutto, dette figure continuano ad essere e saranno artefici della nuova rivoluzione scientifica in atto, attualmente definita come "gene revolution", e senz'altro anche nel XXI° secolo apporteranno benefici all'intera umanità.

Bibliografia

- Adams, R.P. (1997). Conservation of DNA: DNA Banking. *In: Biotechnology e Plant Genetic Resources*. Callow J.A., Ford-Lloyd B.V. e Newbury H.J. (eds). CAB International, NY-USA, 163-174.
- Agabbio, M. (1992). Atti del Congresso su Germoplasma Frutticolo. Salvaguardia e valorizzazione delle risorse genetiche. C. Delfino (ed.), Alghero, 21-25 sept.
- Allard, R.W. (1960). Principles of Plant Breeding . Edited by Wiley J. e Sons, Inc.
- Akeroy, J.R. e V.H. Heywood (1994). Regional overview: Europe. *In: Centres of plant diversity. A guide e strategy for their conservation*. WWF e IUCN (eds), Cambridge, UK, 39-54.
- Anonymous (1971). Conservation in a changing agriculture. *Outlook Agric.*, 6: 240-241.
- Asteey, D., Crisp, P. e P. Perrino (1984). Cruciferous crops in Italy. *In: The Collection of Landraces of Cruciferous Crops in EC Countries, Final Rep. EC Res. Prog. van der Meer Q.P., Toxopeus H., Crisp P., Roelofsen H. e Astley D. (eds), IVT, Wageningen, 194-210.*
- Barlow, B. e G.T. Tzotsos (1995). Biotechnology. *In: Global Biodiversity Assessment*, Heywood, V.H. e Gardner K. (eds), Cambridge University Press, Cambridge, 671-710.
- Bellon, M.R., Pham, J. L., e M.T. Jackson (1997). Genetic conservation: a role for rice farmers. *In: Plant genetic conservation: the in situ approach*. Maxted N., Ford-Lloyd B. V., e Hawkes J.G. (eds), Chapman & Hall, London, 263-289.
- Bennett, E. (1971). The origin and importance of agroecotypes in southwest Asia. *In: Plant life of south-west Asia*. P.H. Davis (ed.), Edinburgh.
- Blixt, S. (1970). Genetic resources in plants. *IBP Handbook, Blackwell, Oxford*, 11: 321-326.

Brusch, S.B. (1993). *In situ* conservation of landraces in centres of crops diversity. Paper delivered at the "Symposium on Global Implications of Germplasm Conservation and Utilization". 85th Annual Meeting of the American Society of Agronomy. 8 November 1993. Cincinnati, Ohio.

Brusch, S.B. (1995). *In situ* conservation of landraces in centers of crop diversity. *Crop Sci.*, 35: 346-354.

Callow, J.A., Ford-Lloyd, B.V. e H.J. Newbury (1997). Overview. *In: Biotechnology and Plant Genetic Resources*. Callow J.A., Ford-Lloyd B.V. and Newbury H.J (eds), CAB International, NY-USA, 1-8.

Creech, J.L. e L.P. Reitz (1971). Plant germplasm now and for tomorrow. *Adv. Agron.*, 23: 1-49.

Cregan, P.B., Akkaya, M.S., Bhagwat, A.A., Lavi, U. and J. Rogwen (1994). Length polymorphisms of simple sequence repeat (SSR) DNA as molecular markers in plants. *In: Plant Genome Analysis*. Gresshof P.M. (ed.), CRC Press, London, 47-56.

Crisp, P. and D. Astley (1983). Genetic resources in vegetables. *In: Progress in Plant Breeding 1*. Russel G.E. (ed.), Butterworths, London, 281-310.

Dahl, K. and G.P. Nabhan (1992). Conservation of Plant Genetic Resources. Grassroots Efforts in North America. ACTS Press, Nairobi

Day P.R. (1972). Genetic vulnerability of major crops. *Pl. Genet. Res. Newslett.*, FAO, 27: 2.

Engelmann, F. (1997). *In Vitro* Conservation Methods. *In: Biotechnology and Plant Genetic Resources*. Callow J.A., Ford-Lloyd B.V. and Newbury H.J (eds). CAB International, NY-USA, 119-161.

Eyzaguirre, P. e M. Iwanaga (1996). Farmers' contribution to maintaining genetic diversity in crops, and its role within the total genetic resources system. *In: Proceedings of a Workshop on Participatory Plant Breeding, held at Wageningen, The Netherlands, 26-29 July 1995*. International

Plant Genetic Resource Institute (IPGRI), Rome, Italy, 9-18.

Fahy, G.M., MacFarlane, D.R., Angell, C.A. e H.T. Meryman (1984). Vitrification as an approach to cryopreservation. *Cryobiology*, 21: 407-426.

Filippetti, A. e L. Ricciardi (1993). Faba bean. *Vicia faba* L. In: Genetic Improvement of Vegetable Crops. Kalloo G., Bergh B.O., (eds), Pergamon Press: 355-385.

Frankel, O.H. (1954). Invasion and evolution of plants in Australia and New Zealand. *Caryologia* 6 (suppl.): 600-619.

Frankel, O.H. e E. Bennett (1970). Genetic resources: Introduction. In: Genetic resources in plants. IBP Handbook, Blackwell, Oxford, 11: 7-18.

Frugis, G., Giannino, D. e D. Mariotti (1995). Biotecnologie e Risorse Genetiche. In: Atti 1° Convegno Nazionale su: Salvaguardia ed Utilizzazione della Biodiversità Genetica, 17-25.

Gomez-Campo, C. and Collaborators (1992). Libro Rojo de Especies Vegetales Amenazadas de España Peninsular e Islas Baleares. Ministerio de Agricultura y Alimentación, Madrid.

Goodrich, W.J. (1987). Monitoring genetic erosion: detection and assessment. Unpublished consultancy report. IBPGR, Rome.

Gosi, L. (1971). Un patrimonio genetico da conservare. *Sementi elette*, 17: 41-45.

Guarino, L. (1995). Assessing the threat of genetic erosion. In: Collecting Plant Genetic Diversity. Guarino L., Ramanatha Rao V., Reid R. (eds): 67-74.

Hammer, K., Knupffer, H., Laghetti, G. e P. Perrino (1999). Seeds from the past: A catalogue of crop germplasm in central and north Italy. Hammer K., Knupffer H., Laghetti G., e Perrino P. (eds), pubblicato da Istituto del Germoplasma del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Bari.

Harlan, J.R. (1956). Distribution and utilization of natural variability in cultivated plants. *In: Genetics in Plant Breeding*, Brookh. Symp. Biol., 9: 191-206.

Harlan, J.R. (1970). Evolution of cultivated plants. *In: Genetic resources in plants*. IBP Handbook, Blackwell, Oxford, 11: 19-32.

Harlan, J.R. (1992). Crops and man. 2nd ed. American Society of Agronomy Inc., Crop Science Society of America Inc., Madison, Wis. U.S.A.

Howell, E.C., Newbury, H.Y., Swennen, R.L., Withers, L.W. e B.V. Ford-Lloyd (1994). The use of RAPD for identifying and classifying *Musa* germplasm. *Genome*, 37: 328-332.

Iannelli, P., Masi, P., Landi, G. e L. Salamone (1996). Centro interdipartimentale per la salvaguardia delle risorse genetiche vegetali. *In: Atti 2° Convegno Nazionale su: Biodiversità e Produzioni Biologiche*: 55-68.

IBPGR (1986). Genetic Erosion: Monitoring and Assessment. AGPG: IBPGR 86/99. IBPGR, Rome.

Iwanaga, M. (1995). International Plant Genetics Resource Institute (IPGRI) strategy for *in situ* conservation of agricultural biodiversity. *In: In Situ Conservation and Sustainable Use of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture in Developing Countries: Report of a DSE/ATSAF/IPGRI Workshop, held at Bonn-Roettgen, Germany, 2-4 May 1995*. J.M.M. Engels (ed), IPGRI, Rome, Italy and DSE, Feldafing, Germany, 13-26.

Jana, S. (1993). Utilization of biodiversity from *in situ* reserves: lessons from wild wheat and wild barley. *In: Biodiversity and wheat improvement*. Damanian A.B. (ed.), Wiley J. & Sons and Sayac Publications, St. Leonard, Exeter. UK, 311-327.

Jana, S. (1999). Some recent issues on the conservation of crop genetic resources in developing countries. *Genome* 42: 562-569.

Johannsen, W.L. (1926). *Elemente der exacten Erbliehchkeitslehre*. Gustav Fischer, Jena.

Khusc, G.S., 1999. Green revolution: preparing for the 21st century. *Genome* 42, 646-655.

Laurie, D.A., Bryan, G.J. e J.W. Snape (1997). Genomic Relationships, Conserved Synteny and Widehybrids. *In: Biotechnology and Plant Genetic Resources*. Callow J.A., Ford-Lloyd B.V. and Newbury H.J (eds). CAB International, NY-USA, 77-101.

Maggioni, L. e G.P. Soressi (1992). Risorse genetiche delle specie orticole e loro salvaguardia. *In: Ambiente Italia*. Vallecchi (ed.), Firenze, 64-97.

Mangelsdorf, P.C. (1966). Genetic potentials for increasing yields of food crops and animals. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 56: 370-375.

Morgante, M. e A.M. Olivieri (1993). PCR-amplified microsatellites as markers in plant genetics. *Plant Journal*, 3: 175-182

Muchiru, S. (1985). *Conservation of Species and Genetic Resources. An NGO Action Guide*. Environment Liaison Centre, Nairobi.

Pagiola, S., Kellenberg, J., Vidaeus, L. e J. Srivastava (1997). Mainstreaming biodiversity in agricultural development: toward good practice. Environment Paper No. 15. The World Bank, Washington D.C.

Perrino, P. (1990). Germoplasma e ambiente. *Rivista biologia italiana*: 19-30

Perrino, P. (1997). Conservation of plant genetic resources in Italy. *In: Monti L. (ed.)*, 1997, 69-87.

Qualset, C.O., Damania, A.B., Zanatta, A.C.A. e S.B. Brush (1997). Locally based crop plant conservation. *In: Plant genetic conservation: the in situ approach*. Maxted N., Ford-Lloyd B.V. and Hawkes J.G. (eds), Chapman & Hall, London, 160-175.

Raimondo, F.M. (1992). Orti botanici, giardini alpini, arboreti italiani. Edizione Grifo, Palermo.

Richardson, S.D. (1970). Gene pools in forestry. In: Genetic Resources in Plants. *IBP Handbook, Blackwell, Oxford* 11: 353-366.

Salvioni, C. (1995). Aspetti economici della gestione della biodiversità, In: Atti 1° Convegno Nazionale su: Salvaguardia ed Utilizzazione della Biodiversità Genetica, 34-43.

Scaramuzzi, F. (1988). Elenco delle cultivars di fruttiferi reperite in Italia. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto sulla Propagazione delle Specie Legnose, Gruppo Nazionale di Coordinamento, Difesa delle Risorse Genetiche delle Specie Legnose.

Scarascia Mugnozza, G.T. e E. Porceddu (1972). Il problema della salvaguardia delle risorse genetiche vegetali in Italia. In: Atti II Simp. Naz. Conserv. Natura (Bari): 337-345.

Scarascia Mugnozza, G.T. (1974). Le risorse genetiche vegetali. I. Principi, realtà, problemi. *Giornale Botanico Italiano*, Vol. 108 - 5: 247-257

Senior, M.L. e M. Heun (1993). Mapping maize microsatellites and polymerase chain reaction confirmation of the targeted repeats using a CT primer. *Genome*, 36: 883-889

Simmonds N.W. (1962). Variability in crop plants, its use and conservation. *Biol. Rev.*, 37: 422-465.

Sparling, L., Lovinshon, M.E. e B. Ntabomvura (1993). Rethinking the farmer's role in plant breeding: local bean experts and on-station selection in Rwanda. *Exp. Agric.* 29: 509-519.

Stomberg, L.D., Dudley, J.W. e G.K. Rufener (1994). Comparing conventional early generation selection with molecular marker assisted selection in maize. *Crop Science*. 34: 1221-1225.

UNEP (1993). Guidelines for Country Studies on Biological Diversity. UNEP, Nairobi.

Vavilov, N.J. (1951). Phytogeographic basis of plant breeding. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. *Chronica Bot.*, 13: 1-366.

Virk, P.S., Ford-lloyd, B.V., Jackson, M.T. e H.J. Newbury (1995). Use of RAPD for the study of diversity within plant germplasm collections. *Heredity*, 74: 170-179.

Vos, P., Hogers, R., Bleeker, M., Reijans, M., Van de Lee, T., Hornes, M., Frijters, A., Pot, J., Peleman, J., Kuiper, M. e M. Zabeau (1995). AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Res.*, 23: 4407-4414.

WCMC, (1992). Global Diversity: Status of the Earth's Living Resources. Chapman and Hall, London.

Williams, J.G.K., Kubelik, A.R., Livak, K.J., Rafalski, J.A. e S.V. Tingey (1990). DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Res.*, 18: 6531-6535.

Withers L.A. e F. Engelmann (1997). *In vitro* conservation of plant genetic resources. In: Biotechnology in Agriculture. Altman A. (ed), Marcel Dekker, New York (in press).

WRI, IUCN e UNEP, (1992). Global Biodiversity Strategy. WRI, Washington DC.

Zohary D. (1970). Wild wheats. In: Genetic Resources in Plants. IBP Handbook, Blackwell Oxford, 11: 239-248.

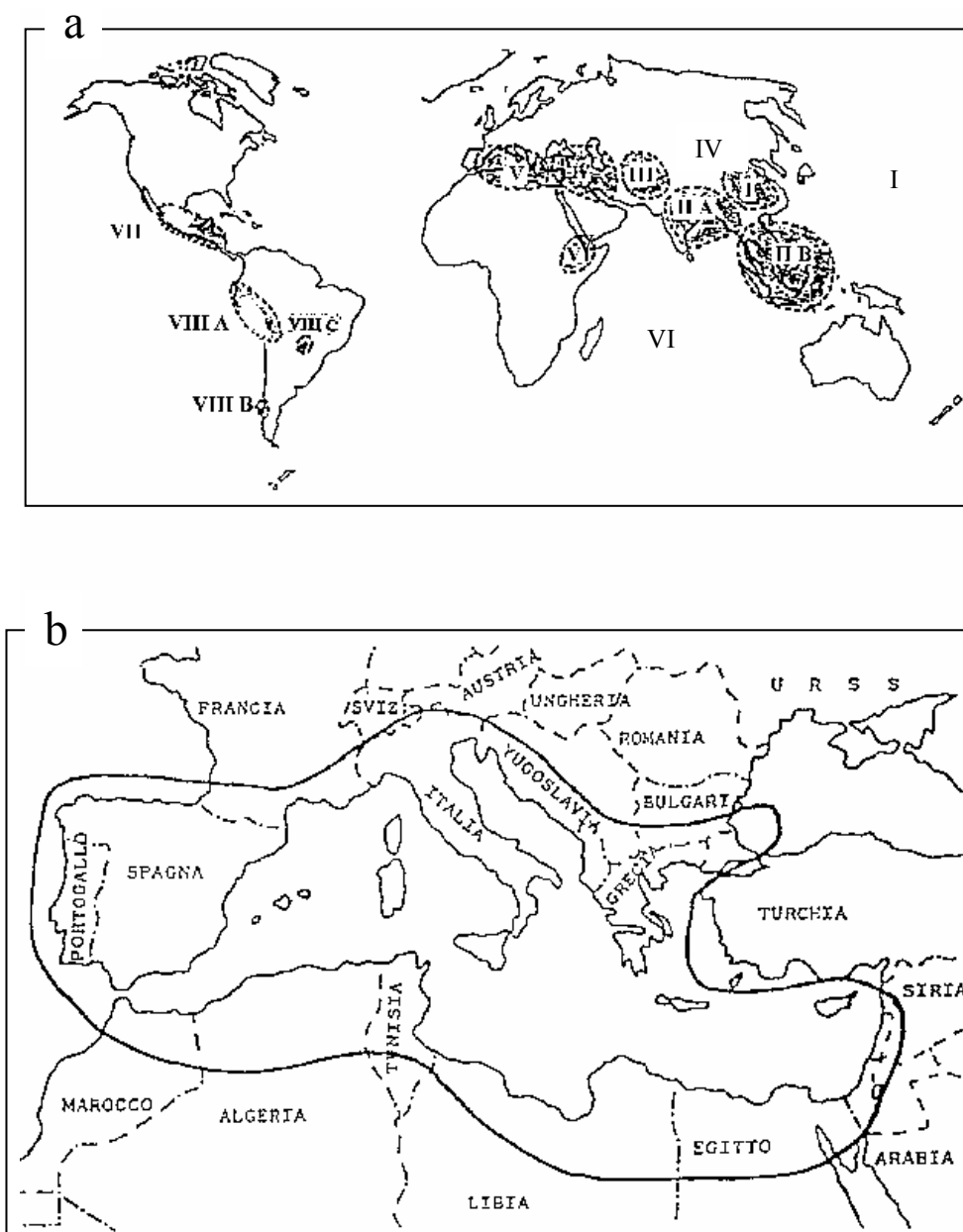


Fig. 1 - a) Centri (numeri romani) e sottocentri (lettere maiuscole) di origine delle specie coltivate secondo Vavilov (1951);

b) Centro di origine primario e secondario mediterraneo di diversificazione delle specie.

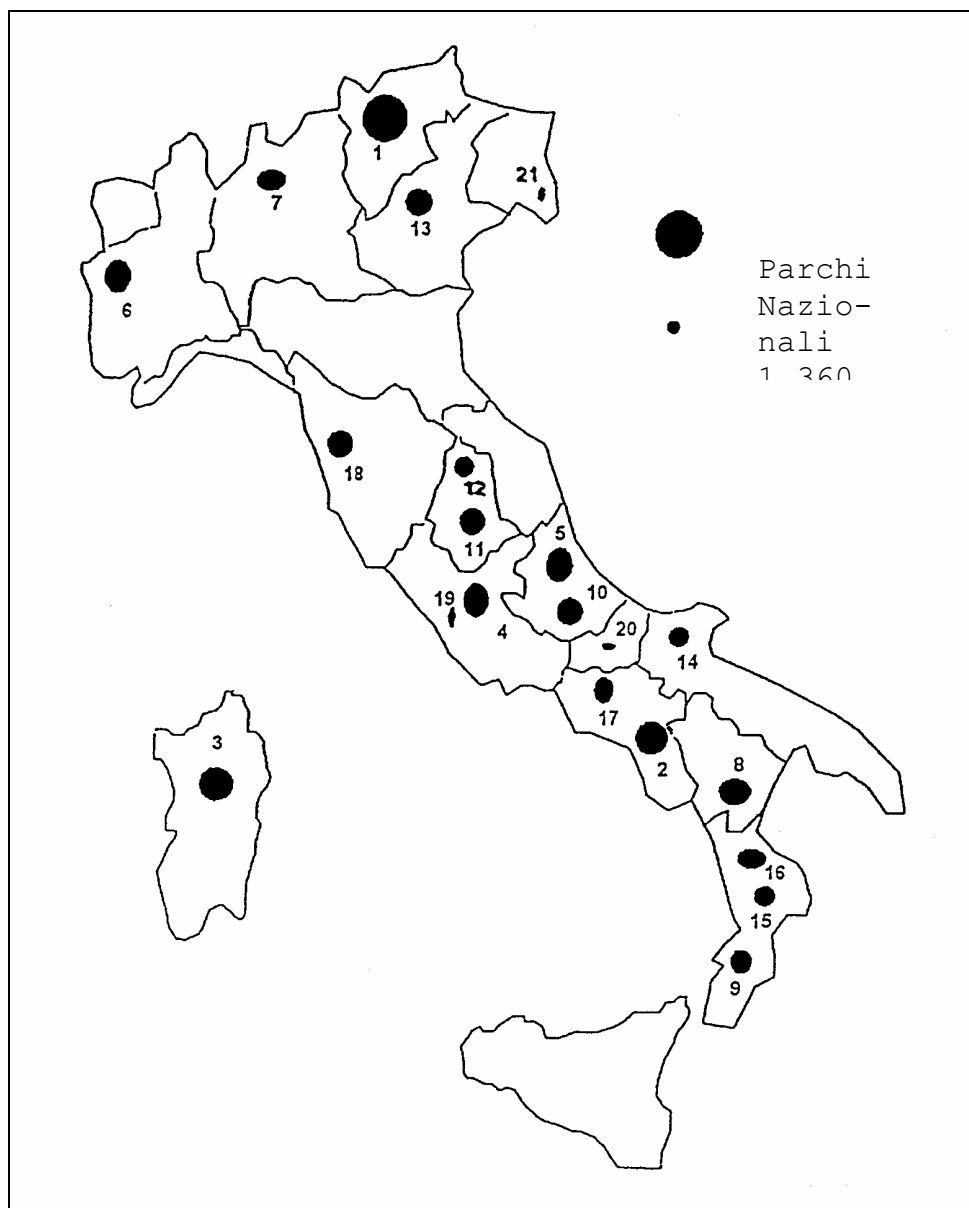


Fig. 2 - Distribuzione geografica dei parchi nazionali e delle biosfere presenti in Italia. (Da Hammer et al., 1999)



Fig. 3 - Distribuzione geografica delle località italiane in cui sono conservate collezioni viventi di alberi da frutto. (Da Hammer et al., 1999). Completata da Ricciardi e Filippetti, 2000.

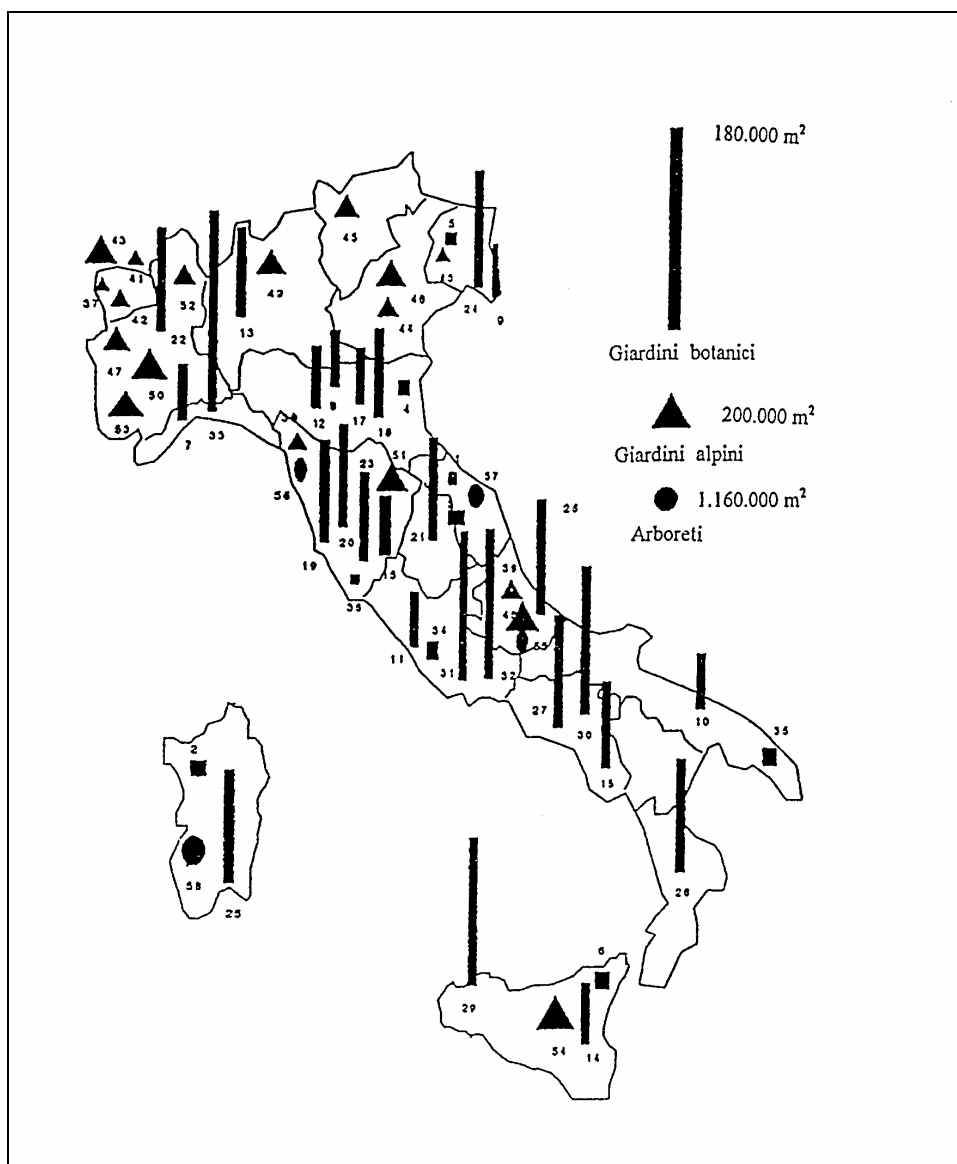


Fig. 5 - Distribuzione geografica dei giardini botanici ed alpini e degli arboreti presenti in Italia. (Da Hammer et al., 1999).