



LINEE GUIDA

PER LA CONSERVAZIONE E LA CARATTERIZZAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ VEGETALE, ANIMALE E MICROBICA DI INTERESSE PER L'AGRICOLTURA



PIANO NAZIONALE SULLA BIODIVERSITÀ DI INTERESSE AGRICOLO



LINEE GUIDA
PER LA CONSERVAZIONE E LA CARATTERIZZAZIONE
DELLA BIODIVERSITÀ VEGETALE, ANIMALE E MICROBICA
DI INTERESSE PER L'AGRICOLTURA

Piano nazionale sulla biodiversità di interesse agricolo

OTTOBRE 2012

Il presente lavoro è stato realizzato con il contributo del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali nell'ambito del programma di attività per l'attuazione del Piano Nazionale per la Biodiversità di interesse agricolo (DM 28672 del 14/12/2009), e con la supervisione del Comitato Permanente per le Risorse Genetiche in Agricoltura.

Il coordinamento scientifico del gruppo di lavoro è di Mario Marino (FAO), la responsabilità del progetto è di Antonella Trisorio (INEA).

Alla stesura delle Linee guida hanno collaborato:

Risorse genetiche vegetali per l'alimentazione e l'agricoltura: Pier Giacomo Bianchi (Ente Nazionale delle Sementi Elette), Riccardo Bocci (Libero Professionista), Romana Bravi (Ente Nazionale delle Sementi Elette), Isabella Dalla Ragione (Libero Professionista), Antonio Di Matteo (Università di Napoli), Carlo Fideghelli (Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura), Marisa Fontana (Libero Professionista), Mario Macchia (Università di Pisa), Lorenzo Maggioni, (Bioversity International), Valeria Negri (Università di Perugia), Domenico Pignone (Consiglio Nazionale delle Ricerche), Oriana Porfiri (Libero Professionista), Anna Schneider (Consiglio Nazionale delle Ricerche), Francesco Sottile (Università di Palermo), Concetta Vazzana (Università di Firenze)

Risorse genetiche animali per l'alimentazione e l'agricoltura: Riccardo Fortina (Università di Torino), Baldassarre Portolano (Università di Palermo), Alessio Zanon (Libero Professionista);

Risorse genetiche microbiche per l'alimentazione e l'agricoltura: Anna Benedetti (Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura), Gianluigi Cardinali (Università di Perugia)

La segreteria del gruppo di lavoro è stata assicurata da Anna Lapoli e Jessyama Forlini

Ringraziamenti:

Il lavoro ha beneficiato del contributo di esperti di settore, provenienti da Regioni e Province Autonome, da Università, Istituti di ricerca, Associazioni, Enti pubblici e privati, nonché di agricoltori, allevatori e pastori.

Le conclusioni fornite nelle presenti Linee guida sono da ritenersi appropriate al momento della loro predisposizione. Esse potranno essere modificate in funzione di ulteriori conoscenze e/o metodologie acquisite in fasi successive.

La menzione di aziende specifiche o di prodotti, anche se brevettati, non implica che essi siano stati approvati o raccomandati dal GLBA rispetto ad altri di natura simile che non sono stati menzionati.

Le opinioni espresse in questa pubblicazione sono quelle degli Autori e non necessariamente riflettono le opinioni delle istituzioni in cui lavorano.

Coordinamento editoriale: Benedetto Venuto

Impaginazione e grafica: Ufficio Grafico INEA (Barone, Cesarini, La Piana, Mannozi)

Le foto in copertina sono di A. Benedetti, F. Dell'Aquila (Diateca Agricoltura della regione Emilia-Romagna), A. Trisorio, I. Dalla Ragione

È consentita la riproduzione citando la fonte

INDICE

PREMESSA: LO SCENARIO

Brevi cenni sullo scenario internazionale	V
Lo scenario nazionale e le recenti misure indirizzate alla Biodiversità	V
Conclusioni e raccomandazioni	IX

CAPITOLO 1

SINTESI DELLE LINEE GUIDA PER LA CONSERVAZIONE DELLE RISORSE GENETICHE VEGETALI DI INTERESSE PER L'AGRICOLTURA

1.1 Presentazione delle linee guida per la conservazione delle risorse genetiche vegetali di interesse per l'agricoltura	1
1.2 La biodiversità agricola: dal passato ad oggi	2
1.3 La situazione italiana	5
1.4 Linee guida per la tutela delle Risorse Genetiche Vegetali	8
1.5 Aspetti commerciali della moltiplicazione e della diffusione del materiale di propagazione delle varietà locali	15
1.6 La caratterizzazione delle Risorse Genetiche Vegetali	17
1.7 Considerazioni conclusive	20

CAPITOLO 2

SINTESI DELLE LINEE GUIDA PER LA CONSERVAZIONE DELLE RISORSE GENETICHE ANIMALI DI INTERESSE PER L'AGRICOLTURA

2.1 Presentazione delle linee guida per la conservazione delle risorse genetiche animali di interesse per l'agricoltura	21
2.2 Nomenclatura e definizioni	22
2.3 Caratterizzazione morfologica e molecolare delle razze	23
2.4 Strategie di conservazione	24
2.5 Obiettivi di conservazione	25
2.6 Razze prioritarie	26
2.7 Tecniche di conservazione	27
2.8 Verso una banca nazionale del germoplasma animale	28
2.9 Indicazioni pratiche	29
2.10 Casi studio e glossario	30



CAPITOLO 3

SINTESI DELLE LINEE GUIDA PER LA CONSERVAZIONE DELLE RISORSE GENETICHE MICROBICHE DI INTERESSE PER L'AGRICOLTURA

3.1	Presentazione delle linee guida per la conservazione delle risorse genetiche microbiche di interesse per l'agricoltura.	33
3.2	Importanza delle risorse genetiche microbiche	33
3.3	Concetto di specie	34
3.4	Marcatori	36
	3.4.1 <i>Classificazione dei marcatori molecolari in base alla loro funzione</i>	37
3.5	Metodologie (Protocolli standard)	38
3.6	Linee guida per la conservazione dei microrganismi	38
3.7	Analisi critica dei sistemi di conservazione microbica	39
	3.7.1.1 <i>Conservazione ex situ</i>	39
	3.7.1.2 <i>Collezioni</i>	39
	3.7.2 <i>Conservazione "in factory"</i>	40
	3.7.3 <i>Conservazione in situ dei microrganismi</i>	40
3.8	Ottimizzazione dei protocolli di conservazione in collezione (<i>ex situ</i>), in factory e in situ	41
	3.8.1 <i>Ottimizzazione conservazione ex situ</i>	41
	3.8.2 <i>Ottimizzazione della conservazione "in factory"</i>	42
	3.8.3 <i>Ottimizzazione della conservazione in situ</i>	43
3.9	Definizione di rischio di estinzione e di erosione genetica	46
3.10	Sistemi di valutazione del rischio di estinzione, erosione e sostituzione	46
	3.10.1 <i>Monitorare in genere la biodiversità microbica</i>	46
	3.10.2 <i>Monitorare la biodiversità microbica agro-ambientale</i>	47
3.11	Conclusioni	48



PREMESSA

LO SCENARIO

Brevi cenni sullo scenario internazionale

È dal 1992, anno in cui è stata adottata la Convenzione sulla Biodiversità (CBD), si sono susseguiti una serie di importanti eventi internazionali che ponevano al centro del dibattito la tutela e la salvaguardia delle risorse genetiche per l'alimentazione e l'agricoltura.

Sono stati tre gli Accordi Internazionali più significativi direttamente collegati alla CBD che, a partire dal 2000 ad oggi, hanno permesso di focalizzare l'attenzione su temi di rilevanza planetaria, quali la biosicurezza e l'accesso alle risorse genetiche. Si tratta del Protocollo di Cartagena (CBD, 2000), del Trattato internazionale sulle risorse genetiche vegetali per l'alimentazione e l'agricoltura (FAO, 2004) e del recente protocollo di Nagoya (CBD, 2010) sull'accesso e condivisione dei benefici derivanti dall'uso della biodiversità.

Tali strumenti, sebbene differenti tra loro, sono indirizzati verso un comune obiettivo: la ripartizione giusta ed equa dei benefici derivanti dall'uso delle risorse genetiche.

Aumenta così, a livello globale, la consapevolezza che la perdita delle risorse genetiche non rappresenta di "per sé" solo la scomparsa di materiale genetico, ma anche e soprattutto la lenta estinzione di un immenso patrimonio di informazioni legate alle colture tipiche e tradizionali, associate ai saperi ed ai sapori locali.

Lo scenario nazionale e le recenti misure indirizzate alla Biodiversità

a) **La Strategia Nazionale per la Biodiversità (SNB)**

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha suggerito, con l'elaborazione della Strategia Nazionale per la Biodiversità, alcune linee di intervento nei riguardi delle politiche agricole ecocompatibili per la gestione e la conservazione della biodiversità. Un obiettivo di salvaguardia ambientale al quale è tuttora orientata anche la stessa Politica Agricola Comunitaria (PAC). Si tratta di uno strumento molto importante, adottato dalla *Conferenza Stato-Regioni il 7 ottobre 2010*, per poter assicurare, nei prossimi anni, la reale integrazione tra "gli obiettivi di sviluppo del Paese e la tutela della propria biodiversità".

La SNB è articolata intorno a tre tematiche cardine:

- biodiversità e servizi ecosistemici.
- biodiversità e cambiamenti climatici.
- biodiversità e politiche economiche.



Tra gli obiettivi più importanti vi è la conservazione della diversità biologica, sia a livello di specie che di gene, sia di comunità che di ecosistema, l'utilizzazione durevole o sostenibile, dei suoi elementi e la giusta ed equa ripartizione dei vantaggi che derivano dallo sfruttamento delle risorse genetiche e dal trasferimento delle tecnologie ad esso collegate.

Nei riguardi delle attività finalizzate all'alimentazione e all'agricoltura, la SNB sottolinea alcune criticità del settore agricolo e precisi obiettivi, come ad esempio "favorire la conservazione e l'uso sostenibile della biodiversità agricola, nonché la tutela e la diffusione di sistemi agricoli e forestali ad alto valore naturale; mantenere e recuperare i servizi ecosistemici dell'ambiente agricolo, promuovere il presidio del territorio (in particolare in aree marginali) attraverso politiche integrate che favoriscano l'agricoltura sostenibile con benefici per la biodiversità evitando l'abbandono e la marginalizzazione delle aree agricole".

b) *Il Piano Nazionale Biodiversità di Interesse Agricolo (PNBA)*

Se si esclude il tentativo del Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali, che nel 1999 diede avvio al primo finanziamento di un programma nazionale biodiversità in agricoltura finalizzato alla salvaguardia del patrimonio genetico vegetale, animale e microbico nelle Regioni e Province Autonome (PPAA), bisognerà attendere altri nove anni per l'adozione di un vero e proprio Piano Nazionale Biodiversità di Interesse Agricolo.

Infatti il Dicastero delle politiche agricole alimentari e forestali, con l'attiva collaborazione delle Regioni e PPAA, ha elaborato, con più di due anni di anticipo rispetto alla SNB, il PNBA, che è stato approvato il 14 febbraio 2008 dalla Conferenza Stato-Regioni.

Il Piano dà concretamente avvio ad una nuova fase di concertazione pluriennale mediante la quale lo Stato e gli Enti Locali si impegnano, ognuno secondo le proprie competenze, alla preservazione ed alla valorizzazione delle risorse genetiche per l'alimentazione e l'agricoltura.

Nel Piano assume forte rilevanza la ricaduta, a livello locale, di tutte le azioni di tutela della biodiversità. Proprio per questo, al fine di garantire il collegamento tra i vari soggetti scientifici con le Regioni e le PPAA è stata prevista la costituzione di un Comitato Permanente per le Risorse Genetiche (CPRG) coordinato dal Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali.

Prevale, pertanto, una strategia di lungo termine volta al coordinamento di azioni da realizzare soprattutto a livello locale con lo scopo di trasferire agli operatori e a chi ne ha interesse tutte le informazioni necessarie per la salvaguardia delle risorse tipiche locali della nostra agricoltura.

c) *Il Gruppo di lavoro per la Biodiversità in Agricoltura (GIBA)*

Secondo quanto contenuto nel PNBA, le iniziative previste sono distinte in tre fasi:

- Fase A (livello nazionale): definizione di strumenti operativi minimi e condivisi e istituzione di un Gruppo di lavoro per la Biodiversità in Agricoltura;
- Fase B (livello territoriale): possibili progetti interregionali;
- Fase C: attivazione dell'Anagrafe nazionale delle varietà e razze-popolazioni locali.



Nel corso del 2009 il CPRG ha concentrato la propria attenzione sulla prima fase, senza peraltro rinunciare ad elaborare programmi per le fasi successive ed ha approvato l'avvio di uno specifico progetto per la costituzione ed il funzionamento di un GIBA. Ovviamente, l'attuazione della prima fase è una premessa indispensabile per il completamento delle altre due.

Di seguito la composizione del GIBA:

Coordinatore Scientifico: Mario Marino – FAO (Nazioni Unite) - Responsabile del progetto: Antonella Trisorio – INEA

Componenti	Ente/Organismo di appartenenza
Gruppo Zootecnico	
Riccardo Fortina	Università di Torino
Baldassarre Portolano	Università di Palermo
Alessio Zanon	Libero Professionista
Gruppo Microbico	
Anna Benedetti	Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura
Gianluigi Cardinali	Università di Perugia
Gruppo Vegetale	
Pier Giacomo Bianchi	Ente Nazionale delle Sementi Elette
Riccardo Bocci	Libero Professionista
Romana Bravi	Ente Nazionale delle Sementi Elette
Isabella Dalla Ragione	Libero Professionista
Antonio Di Matteo	Università di Napoli
Carlo Fideghelli	Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura
Marisa Fontana	Libero Professionista
Mario Macchia	Università di Pisa
Lorenzo Maggioni	Bioversity International
Valeria Negri	Università di Perugia
Domenico Pignone	Consiglio Nazionale delle Ricerche
Oriana Porfiri	Libero Professionista
Anna Schneider	Consiglio Nazionale delle Ricerche
Francesco Sottile	Università di Palermo
Concetta Vazzana	Università di Firenze

Al GIBA è stato attribuito il compito di definire:

- a) i descrittori per la caratterizzazione delle varietà vegetali, delle razze-popolazioni animali locali e dei microrganismi;
- b) una metodologia comune e condivisa per la ricerca e la caratterizzazione delle varietà, razze e popolazioni locali al fine di permettere il confronto dei dati nei vari territori italiani;
- c) le linee guida per la corretta conservazione *in-situ*, *on-farm* ed *ex-situ* delle varietà vegetali e delle razze-popolazioni animali;
- d) le linee guida per la corretta conservazione dei microrganismi *in-situ* ed *ex-situ*;
- e) la definizione di rischio di estinzione e di erosione genetica, attraverso soglie o criteri, per le principali specie vegetali, animali e microbiche in campo agricolo.

Il Gruppo ha redatto, in poco più di un anno, tre distinti manuali con le linee guida



per la conservazione *in-situ*, *on-farm* ed *ex situ* della biodiversità animale, microbica e vegetale di interesse agrario. Ogni manuale potrà essere consultabile separatamente.

A tale riguardo va sottolineato che:

- le linee guida sono indirizzate alle Regioni/PPAA ed ai loro tecnici, che a loro volta dovranno utilizzarle per guidare gli agricoltori ed altri soggetti interessati alla conservazione mediante metodologie comuni, standardizzate e condivise;
- ogni manuale è scientificamente rigoroso, ma al contempo risulta snello ed essenziale, riportando chiaramente le azioni che un operatore dovrà intraprendere per realizzare la conservazione della biodiversità di interesse agrario.

Per rendere più facile la lettura sono stati uniformati i testi quanto più possibile, lasciando alcune basilari differenze come nel caso del concetto di “specie” per i microrganismi o di “specie” e “razza pura” per gli animali.

Per i microrganismi il “concetto di specie più diffuso e condiviso è il cosiddetto **concetto biologico di specie** (CBS) che si basa sulla sessualità come unico sistema di riproduzione. Di fatto la stragrande maggioranza dei microrganismi conosciuti non sono in questa condizione per cui si impone la ricerca di un altro concetto di specie, diverso da quello impiegato per animali e piante” (vedi Linee guida Microbiche).

Per gli animali, ad oggi, per i termini di specie e razza pura non esiste ancora un’unica definizione condivisa ed accettata. In questo caso si è optato per la definizione proposta dalla FAO (vedi Linee guida Animali).

I manuali costituiscono un quadro di riferimento scientifico e tecnico coerente con i principi nazionali ed internazionali, con il preciso obiettivo di favorire, nel caso specifico delle risorse genetiche vegetali, l’implementazione, da parte di Regioni e PPAA, del Trattato Internazionale FAO per le Risorse Genetiche Vegetali per l’Alimentazione e l’Agricoltura (Legge n. 101/2004).

I capitoli sviluppati in ciascun manuale comprendono:

- a) una breve premessa sul concetto di specie/varietà/razza in riferimento al settore considerato e la definizione quanto più accurata possibile di agrobiodiversità;
- b) la definizione di rischio di erosione genetica;
- c) un glossario ragionato;
- d) l’individuazione di protocolli di caratterizzazione e conservazione con le indicazioni delle diverse fasi operative per il settore di interesse specifico, animale, microbico e vegetale;
- e) alcuni casi studio di caratterizzazione, tutela e valorizzazione delle risorse tipiche locali;
- f) la bibliografia citata e di riferimento.

d) *Il PNBA ed il concetto di varietà locale*

Con il PNBA assume carattere prioritario, e nel contempo di alto valore socio-culturale, il concetto di varietà locale.

Quest’ultimo deriva dalla traduzione inglese di *landraces*.

Sebbene fossero già state proposte diverse definizioni di varietà locale, nelle Linee



guida per la corretta conservazione “*in situ*”, *on farm ed ex situ* delle varietà vegetali, il Gruppo di lavoro Biodiversità in Agricoltura (GIBA, 2010) ha adottato la seguente “Una varietà locale di una coltura che si riproduce per seme o per via vegetativa è una popolazione variabile, che è identificabile e usualmente ha un nome locale. Non è stata oggetto di miglioramento genetico “formale”, è caratterizzata da un adattamento specifico alle condizioni ambientali di un’area di coltivazione (tollerante a stress biotici e abiotici di quell’area) ed è strettamente associata con gli usi, le conoscenze, le abitudini, i dialetti e le ricorrenze di una popolazione che sviluppa e continua la sua coltivazione”.

Come riportato nel PNBA, questa definizione viene integrata da quelle fornite dalle varie leggi regionali italiane in materia di tutela delle risorse genetiche autoctone (di fatto le *razze e varietà locali*), che, in sintesi, vengono indicate come specie, razze, varietà, cultivar, popolazioni, ecotipi e cloni originari di un territorio regionale, oppure di origine esterna, purché introdotte da almeno 50 anni in esso ed integrate tradizionalmente nell’agricoltura e nell’allevamento di quel territorio.

Rientrano in tale ambito anche le varietà locali attualmente scomparse dal territorio regionale, ma conservate presso orti botanici, allevamenti o centri di ricerca presenti in altre Regioni.

È piuttosto evidente che la *varietà locale* non può e non deve, a mio avviso, essere slegata dal territorio di origine (*bioterritorio*) inteso, quest’ultimo, come luogo nel quale essa, grazie all’azione degli agricoltori, hanno manifestato nel tempo il proprio adattamento.

e) I concetti di bioterritorio e di caratterizzazione e conservazione delle varietà locali

Le varietà e le razze locali devono essere correttamente identificate, partendo innanzitutto da un’accurata ricerca storico-documentale volta a dimostrare il legame con il territorio di provenienza.

La conservazione delle varietà locali non è realizzabile, se non nel *bioterritorio*, con le tecniche agronomiche dettate dalla tradizione rurale locale, in un rapporto strettissimo e di dipendenza reciproca, tra chi effettua la conservazione *ex situ* (banche del germoplasma) e chi salvaguarda e favorisce la conservazione *on farm* (coltivatori/allevatori custodi).

La possibilità reale di recupero e di reintroduzione nel *bioterritorio di una varietà locale* tradizionalmente riconosciuta, è strettamente legata alla valorizzazione delle produzioni da parte degli stessi coltivatori/allevatori custodi. Un sostegno finanziario da parte degli Enti locali all’impegno attuale e futuro di questi agricoltori potrà favorire la coltivazione e la conservazione delle varietà locali a rischio di estinzione, che normalmente non sono valorizzate all’interno dei circuiti commerciali correnti.

Conclusioni e raccomandazioni

Il CPRG ha approvato le Linee guida proposte dal Gruppo e la Conferenza Stato Regioni ha sancito l’intesa sulle Linee guida, ai sensi dell’articolo 8, comma 6, della legge 5 giugno 2003, n. 131.

Il 24 luglio 2012 è stato pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 171 il decreto del Mi-



nistro delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali concernente l'adozione ufficiale delle Linee guida nazionali per la conservazione *in-situ*, *on-farm ed ex-situ*, della biodiversità vegetale, animale e microbica di interesse agrario.

Le Linee guida sono uno strumento standard necessario per la conservazione e la caratterizzazione delle specie, varietà e razze locali in grado di dare piena attuazione al PNBA. È il primo significativo lavoro nel quale si propongono oltre alle linee operative per la tutela della biodiversità animale e vegetale anche quelle microbiche di interesse alimentare e del suolo. Si tratta di una risposta concreta alle esigenze degli operatori che, a ragione, richiedono pari dignità scientifica tra le risorse microbiche e quelle animali e vegetali.

Pertanto è stato fatto un considerevole sforzo per produrre linee guida operative in tutti e tre i settori citati e non è da escludere che in prospettiva saranno considerati nel futuro anche altri settori, come quello forestale, ittico, patologico ed entomologico

A questo punto potrebbe essere utile che le Regioni e le PPAA, di concerto con il Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali, diano avvio al più presto alle successive fasi contenute nel Piano medesimo mediante la concertazione di progetti interregionali e l'attivazione dell'Anagrafe nazionale delle varietà, razze e popolazioni locali.

Roma, 30 Settembre 2012

Mario Marino
(*FAO – Agriculture Department International Treaty on Plant
Genetic Resources for Food and Agriculture*)

Acronimi

CBD - Convenzione sulla Biodiversità

CPRG - Comitato permanente per le Risorse Genetiche

GLBA – Gruppo di Lavoro Biodiversità in Agricoltura

FAO – Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Alimentazione e l'Agricoltura

PNBA - Piano Nazionale Biodiversità di interesse Agrario

SNB – Strategia Nazionale per la Biodiversità



SINTESI DELLE LINEE GUIDA PER LA CONSERVAZIONE DELLE RISORSE GENETICHE VEGETALI DI INTERESSE PER L'AGRICOLTURA

1.1 Presentazione delle linee guida per la conservazione delle risorse genetiche vegetali di interesse per l'agricoltura.

Il presente Manuale riporta le Linee guida per la conservazione delle **Risorse Genetiche Vegetali (RGV)**. Al pari dei manuali per le risorse zootecniche e microbiche è impostato con puntualità scientifica e una struttura snella e schematica, per offrire un'agevole consultazione di utili strumenti operativi a tutti i soggetti coinvolti a vario livello nella gestione delle RGV.

Il GIBA, per dare risposta alle richieste del Comitato Permanente per le Risorse Genetiche (CPRG), ha prodotto un volume composto di due parti, comprendenti sei capitoli, e una serie di allegati volti ad approfondimenti tematici.

Nella prima parte sono fornite le informazioni di carattere generale che vanno dalla definizione di biodiversità e risorse genetiche vegetali (capitolo 1), alla valutazione del rischio di estinzione e di erosione genetica (capitolo 2), al quadro di riferimento normativo e operativo sulla conservazione e valorizzazione delle risorse genetiche vegetali in Italia (capitolo 3). Nella seconda parte si entra dettagliatamente nelle indicazioni operative fornendo le linee guida per la tutela delle risorse genetiche vegetali, incluse anche esperienze concrete di conservazione da parte di alcune Regioni (capitolo 4 e relativa appendice), per passare ai metodi di caratterizzazione morfo-fisiologica e molecolare delle risorse (capitolo 5) e concludere con una serie di casi studio in grado di coprire la più ampia casistica possibile (capitolo 6).

In merito a quest'ultimo capitolo, malgrado la molteplicità delle situazioni della biodiversità di interesse agrario in Italia e le difficoltà di schematizzazione, il GIBA ha tentato di "tipizzare" i vari contesti possibili e gli interventi attuabili, facendo riferimento a problematiche già affrontate e magari positivamente risolte. Sono state proposte diverse "tipologie", evidenziando per ciascuna i punti di forza e le opportunità, nonché i punti di debolezza e le eventuali minacce. Sono riportate alcune delle iniziative conosciute di ciascuna "tipologia" e sono esplicitati in modo dettagliato specifici casi studio esemplificativi.

Gli allegati hanno il duplice scopo di snellire i diversi capitoli, consentendone un'agevole lettura anche da parte di utenti non specialisti e di approfondire argomenti particolari legati a metodiche, normative e altro di specifica competenza di esperti. Vi sono riportati: un glossario dettagliato dei numerosi termini tecnici presenti nel Manuale, ampiamente discusso e condiviso (allegato 1); la traduzione dell'Accordo Standard di Trasferimento di Materiale vegetale (allegato 2); la proposta di un accordo semplificato di trasferimento dei materiali vegetali per le specie non appartenenti all'allegato I del Trattato e per il loro uso



diretto in campo (allegato 3); una serie di dettagli metodologici su tecniche da utilizzare (allegato 4); un quadro sulla normativa comunitaria e italiana per la commercializzazione del materiale sementiero (allegato 5); le diverse schede utilizzate per la descrizione del materiale (allegato 6); una scheda di riproduzione e moltiplicazione del seme (allegato 7) e, infine, un caso concreto di caratterizzazione di una risorsa genetica della Regione Lazio (allegato 8).

Tutti gli argomenti trattati sono supportati da una vasta bibliografia (sia citata sia di approfondimento), che comprende le pubblicazioni più recenti, da collegamenti in rete e link e da numerosi riferimenti a esperienze concrete ed iniziative presenti su tutto il territorio nazionale.

1.2 La biodiversità agricola: dal passato ad oggi

Le RGV o risorse fitogenetiche sono definite come “qualsiasi materiale genetico di origine vegetale che abbia un valore effettivo o potenziale per l'alimentazione e l'agricoltura”. In esse sono comprese tutte le forme coltivate, i progenitori selvatici delle forme coltivate, le specie affini non progenitrici di quelle coltivate e le specie spontanee non coltivate ma utilizzate dall'uomo per scopi particolari (piante officinali, piante tintorie, ecc.). Tale definizione è stata adottata anche dal Trattato Internazionale sulle Risorse Genetiche Vegetali per l'Alimentazione e l'Agricoltura.

Nel corso degli ultimi cinquanta anni molti accordi internazionali sono stati negoziati per cercare di garantire la conservazione e l'uso sostenibile delle RGV, in risposta ai dati provenienti dai diversi continenti che registravano una veloce perdita di diversità genetica nelle colture. Nel 1967, durante la Conferenza Tecnica su Analisi, Uso e Conservazione delle Risorse Genetiche Vegetali, organizzata da FAO e *International Biological Programme* (IBP), è stato usato per la prima volta il termine “erosione genetica”, che da allora diventò, in senso generale, sinonimo di perdita di variabilità all'interno delle colture. Bisognerà aspettare il 2002 per avere una definizione più puntuale di erosione genetica, che viene elaborata nell'ambito della Nona riunione della Commissione sulle Risorse Genetiche per l'Alimentazione e l'Agricoltura della FAO (CGRFA); essa viene indicata come: “la perdita di diversità genetica, in una particolare area e in un determinato periodo di tempo, includendo la perdita di singoli geni o di combinazioni di geni, così come si possono trovare in landraces o varietà”. Le cause di erosione genetica durante la fase di modernizzazione agricola sono state e sono molteplici (ecologiche, socio-culturali, agronomiche, commerciali), ma in generale tale erosione passa attraverso una fase di sottoutilizzazione di una determinata specie o varietà, che a sua volta si accompagna alla perdita di conoscenza sugli usi tradizionali di queste colture. In altre parole, la sottoutilizzazione determina un impoverimento culturale, poiché sempre più spesso gli anziani, depositari della cultura agro-alimentare locale, non riescono a trasmetterla alle successive generazioni.

La crescente consapevolezza della perdita nel mondo agricolo di un patrimonio culturale, oltre che colturale, ha fatto emergere, in aggiunta all'esigenza di opportune politiche internazionali, anche la necessità di programmi di ricerca, valutazione, utilizzazione, valorizzazione e conservazione delle Risorse Genetiche a rischio di estinzione che tendessero anche a preservare le conoscenze locali sulle colture.

A livello internazionale l'attenzione sulla biodiversità agricola si è concretizzata sostanzialmente in due momenti negoziali cruciali: la Convenzione sulla Biodiversità (CBD),



entrata in vigore nel 1994, e il Trattato Internazionale sulle Risorse Genetiche Vegetali per l'Alimentazione e l'Agricoltura (ITPGRFA, Trattato internazionale o semplicemente **Trattato**), operativo dal 2004.

Varietà locale

Fra tutte le definizioni incluse nel presente documento certamente quella di **varietà locale** è la più importante (ed anche la più controversa), **perché consente di stabilire esattamente gli ambiti di intervento del PNBA**, ovvero di stabilire “cosa” e “come” deve essere identificato e, di conseguenza, “cosa” deve essere salvaguardato e con quali modalità.

Combinando le numerose definizioni di “varietà locale” reperibili in letteratura, si può ritenere piuttosto completa e appropriata la definizione proposta al secondo meeting dell'*On-Farm Conservation and Management Taskforce of the European Cooperative Programme on Plant Genetic Resources* (ECPGR), svoltosi a Stegélitz nel 2006: “Una **varietà locale di una coltura che si riproduce per seme o per propagazione vegetativa è una popolazione variabile, che è identificabile e usualmente ha un nome locale. Non è stata oggetto di un programma organizzato di miglioramento genetico, è caratterizzata da un adattamento specifico alle condizioni ambientali e di coltivazione di una determinata area ed è strettamente associata con gli usi, le conoscenze, le abitudini, i dialetti e le ricorrenze della popolazione umana che l'ha sviluppata e continua la sua coltivazione**”.

Da tale definizione emerge che uno degli elementi caratterizzanti è il forte legame della varietà locale con uno specifico contesto socio-economico. Tuttavia, nell'ampia casistica italiana, ci sono molti esempi di varietà storicamente presenti in un determinato areale e successivamente introdotte in un altro. Se una risorsa non è più presente nell'areale di origine, ma lo è in quello di introduzione, è ovvio che in quest'ultimo ambiente non può esserci un legame storico con gli elementi socio-economici locali di pari intensità rispetto a quello che esisteva nell'areale di origine. Tuttavia la risorsa può aver trovato forti elementi di contestualizzazione e quindi, anche in questo caso, si può parlare di varietà locale.

La CBD sancisce tre punti fondamentali:

1. le Risorse genetiche cessano di essere un bene ad accesso libero (Patrimonio Comune dell'Umanità) per diventare un bene su cui hanno sovranità i Governi degli Stati dove esse hanno avuto origine e si trovano;
2. la conservazione è strettamente legata all'uso sostenibile delle Risorse;
3. l'accesso alle Risorse (non solo materiali, ma anche immateriali, come le conoscenze tradizionali) deve essere regolato dal Previo Consenso Informato (PIC) delle comunità detentrici e da un accordo di equa ripartizione degli eventuali benefici derivanti dall'uso di tali risorse (*benefit sharing*).

Il Trattato, adottato nel 2001 dalla Conferenza FAO e recepito dall'Italia nel 2004, ha come obiettivi la conservazione, l'uso sostenibile delle risorse genetiche vegetali, la giusta ed equa ripartizione dei benefici derivanti dal loro uso in armonia con quanto stabilito dalla CBD e la creazione di un meccanismo multilaterale di accesso facilitato alle RGV. Allo scopo gli Stati aderenti hanno deciso di creare uno spazio ad hoc, gestito a livello multilaterale, dove favorire lo scambio e la condivisione delle RGV, attraverso un **Accordo Standard di Trasferimento di Materiale vegetale** (ASTM) (allegato 2). Tale sistema multilaterale, al momento, vale però solo per le 64 specie agricole dell'*annex I* del Trattato.

Tornando agli accordi internazionali, essi riflettono il dibattito scientifico in corso in



merito a quali siano le modalità di conservazione più adatte. Tale dibattito è stato ed è ancora molto acceso, in quanto la scelta delle tecniche di conservazione ottimali non si basa solo su considerazioni puramente scientifiche, ma anche sociali e, soprattutto, economiche. È utile delinearne lo sviluppo a partire dagli anni '60 per capire il perché delle scelte di oggi.

Generalmente nell'individuare le tecniche di conservazione del germoplasma si fa riferimento a due classi di risorse genetiche: le specie selvatiche e quelle domestiche. Le prime sono meglio conservate nei loro habitat naturali e all'interno delle comunità vegetali di cui fanno parte. Nei casi in cui questi siano in pericolo è necessario ricorrere a forme specifiche di protezione. Questa può avvenire nelle riserve forestali, in aree protette, in speciali riserve genetiche oppure *ex situ*, per esempio nelle banche del germoplasma. Tutte le specie coltivate, al contrario, richiedono misure attive sul territorio per la loro conservazione. La **conservazione *ex situ*** si distingue da quella *in situ* perché il materiale vegetale viene conservato in luoghi diversi da quelli di origine. *L'ex situ* può essere un sistema dinamico se le popolazioni delle specie domestiche o selvatiche sono mantenute in habitat dove sono comunque esposte ad una pressione selettiva, mentre risulta statico nel caso in cui la ricombinazione con materiale esterno sia impedita e l'erosione genetica di ciascuna accessione minimizzata, come pure minimizzata è la pressione selettiva.

Per molti anni si è adottata principalmente la conservazione *ex situ*, mantenendo le RGV in ambienti controllati lontani dal luogo di origine e sottraendole alla loro logica evoluzione nel tempo e alla pressione selettiva di fattori antropici e ambientali. Si è trascurata così la possibilità che fossero proprio gli agricoltori, nei loro campi, a svolgere questa importante funzione di conservatori della diversità di interesse agrario. Nel rapido processo di modernizzazione, il mantenimento in coltivazione delle vecchie varietà tradizionali, spesso poco produttive, era visto dagli agricoltori più giovani come una sorta di legaccio che imbrigliava la comunità rurale ad un passato da cui stava cercando di emanciparsi, tanto che anche Frankel ebbe a dire che “la conservazione *in situ* delle varietà locali è socialmente ed economicamente impossibile”.

In realtà, si è poi visto che molto si è perso, ma molto si è conservato *in situ* proprio grazie al mantenimento in coltivazione di alcune vecchie varietà per l'autoconsumo familiare e all'interno di comunità rurali più rivolte alla tradizione, in areali spesso marginali. A proposito dell'accoglimento delle varietà moderne da parte delle comunità rurali, devono far riflettere gli studi condotti nel corso degli anni '80 in paesi del Sud del mondo. Antropologi e sociologi rurali hanno evidenziato come in determinate aree le varietà moderne non erano utilizzate dagli agricoltori perché, in contesti sociali, agronomici ed economici marginali, le performance di tali varietà non garantivano quella costanza produttiva che era, invece, l'obiettivo primario di quegli agricoltori. Dopo questi studi, si cominciò a considerare possibile la conservazione *in situ* legata ai sistemi agricoli e al loro sviluppo. Bisognerà però attendere gli anni '90 perché il dibattito iniziò a rivolgersi anche ai paesi industrializzati, mettendo in luce come la biodiversità possa svolgere un ruolo centrale all'interno di sistemi agricoli sostenibili, pur nell'ambito di un'agricoltura moderna.

Dal percorso storico fin qui tracciato emerge come la questione del modello di conservazione da realizzare evolve nel tempo legandosi sempre più alla questione più generale di quale modello agricolo sostenere.

In merito, Pistorius e van Wijk scrissero nel 2000: “La discussione sulle strategie di conservazione in azienda deve essere allargata alla discussione sull'opposizione tra, da un lato, l'agricoltura industrializzata, globalmente organizzata, e, dall'altro, le strategie produttive non industrializzate, tradizionali, organizzate localmente”. Risulta così evidente che per



i sistemi agricoli non industrializzati l'uso di colture diverse (a livello inter- e intraspecifico) non ha un obiettivo di conservazione, ma è un elemento essenziale del sistema per far fronte ad un ambiente di produzione variabile e poter raggiungere una stabile sicurezza produttiva.

Nel 2001 Swaminathan cominciò a parlare di strategia integrata di conservazione, che include, con reciproco supporto, strategie *ex situ*, *in situ* e *on farm* (cioè in azienda). In agricoltura, infatti, il concetto di *in situ* si è andato ampliando nel tempo arrivando a delineare uno specifico sistema di conservazione dinamico attuato dagli agricoltori all'interno dei loro sistemi agricoli, appunto la cosiddetta **conservazione *on farm***. Questa strategia consente di arricchire la biodiversità e di mantenere la sua adattabilità con l'ambiente di coltivazione in modo complementare alla conservazione *ex situ*, che ha il vantaggio di mantenere le risorse in luoghi protetti e facilmente accessibili per un successivo largo utilizzo, ma ha anche il limite di conservare le risorse in modo più statico. Negli ultimi dieci anni è stata prodotta molta letteratura scientifica sull'argomento. Fra i numerosi approcci, si rileva quello proposto da Maxted *et al.* nel 2002 per cercare di definire una metodologia condivisa di conservazione *on farm*. Gli autori individuano due possibili strategie perseguibili:

1. la **conservazione *on farm*** vera e propria, centrata sulla conservazione della diversità genetica di una determinata risorsa all'interno di un ben preciso sistema aziendale;
2. la **gestione *on farm***, il cui *focus* è il mantenimento del sistema agricolo nel suo complesso e non solo la diversità genetica di per sé.

Un esempio della differenza tra i due approcci è dato dalla diversa interpretazione circa l'introduzione di varietà moderne in un determinato sistema agricolo. Queste varietà possono essere integrate dagli agricoltori nelle loro coltivazioni e anche incrociate con quelle locali, garantendo una continuità al sistema agricolo, ma andando a produrre un certo grado di erosione genetica a carico delle varietà tradizionali inizialmente presenti in quel contesto. Questo processo, analizzato con la lente della conservazione, è negativo perché si perdono geni e varietà, ma dal punto di vista della gestione *on farm*, al contrario, risulta comunque prezioso poiché l'importante è mantenere alto il livello di diversità del sistema: qualcosa si perderà, ma allo stesso tempo nuova diversità viene prodotta. In quest'ambito è sicuramente molto utile mantenere tutti i processi evolutivi che normalmente avvengono negli agroecosistemi, avendo l'accortezza di facilitare o sostenere certe pratiche agricole in cui la diversità assume un ruolo centrale.

In Europa, gli agricoltori che si sono dimostrati più interessati alla conservazione/gestione *on farm* sono prevalentemente quelli biologici. In effetti, il modello biologico di coltivazione si differenzia sostanzialmente da quello convenzionale per l'eterogeneità delle condizioni colturali e degli itinerari tecnici, la diversità dei bisogni degli agricoltori in termini di varietà vegetali, la scarsità in commercio di varietà prodotte specificamente per il biologico, le particolari richieste dei consumatori. Tali caratteristiche favoriscono generalmente l'uso di varietà locali e di conseguenza la loro conservazione; in quest'ottica vanno visti alcuni progetti di ricerca partecipata e decentralizzata avviati in Italia.

1.3 La situazione italiana

Per capire il ruolo e l'importanza della biodiversità nel sistema agricolo italiano è interessante leggere le statistiche che lo descrivono: si ha l'impressione di essere di fronte a un paese ancora in bilico tra tradizione e modernità, dove l'attività agricola - per quanto



percentualmente poco rilevante sul PIL - mantiene comunque il suo valore per un'ampia parte della popolazione. Infatti, nonostante la diminuzione degli ultimi anni, l'Italia è il terzo paese agricolo europeo dopo Romania e Polonia, con più di un milione di addetti. Anche per numero di aziende del settore l'Italia detiene il terzo posto, sempre dopo Romania e Polonia. In questo quadro l'agrobiodiversità gioca un duplice ruolo: da un lato è ancora fortemente legata agli agricoltori che gestiscono aziende definite come "non imprese" e dall'altro le produzioni di qualità e le indicazioni geografiche (DOP, IGP e STG) rappresentano eccellenze in tutto il mondo. L'Italia, per quest'ultimo aspetto, è la regina d'Europa con oltre 200 produzioni certificate, che rappresentano più del 20% del totale europeo. Le indicazioni geografiche sono una dimostrazione del legame tra territorio, cultura e agricoltura e la loro forte presenza in Italia testimonia l'importanza che questo trinomio ha ancora oggi nel delineare lo sviluppo economico dell'agricoltura. Va notato, tuttavia, che la maggior parte della biodiversità coltivata e dei saperi tradizionali ad essa associati si trova custodita in una classe di aziende generalmente condotte da persone sopra i 65 anni. È necessario, perciò, adottare politiche in grado di far fronte a questa situazione, sia per evitare perdita di conoscenze e di varietà locali dovute al ricambio generazionale, sia per creare le condizioni economiche, sociali e culturali per cui queste aziende possano continuare a fare agricoltura. Infatti, il mercato e la competizione internazionale sono orizzonti troppo lontani per esse che, senza adeguate forme di protezione o di sviluppo, sparirebbero portando via con loro tutte le specificità colturali e culturali tramandate per generazioni.

In questo quadro giocano un ruolo centrale le **politiche agricole**, e in particolare quelle di **sviluppo rurale**, che possono, se correttamente impostate, favorire il legame tra tradizione e modernità, evitando interruzioni e usando la biodiversità agricola come fattore per lo sviluppo locale. Per questo motivo non si tratta semplicemente di attuare politiche di conservazione delle RGV, ma di cambiare prospettiva passando ad un sistema di salvaguardia che preveda una reciproca interazione e una necessaria complementarietà tra conservazione *ex situ* e *in situ/on farm*.

Le Regioni e le PPAA sono gli enti pubblici che, per la loro conoscenza del territorio e la loro autonomia legislativa in materia di agricoltura, rappresentano il luogo privilegiato in cui portare a sintesi e coordinare le azioni principali di conservazione e valorizzazione della biodiversità. Infatti sono molte le Regioni che finanziano e promuovono a vario titolo simili azioni nei propri territori. In alcuni casi, tali attività hanno portato ad una specifica legislazione regionale con l'obiettivo di tutelare razze e varietà locali. La Toscana è stata la prima ad emanare una legge in merito alla tutela della biodiversità agricola già nel 1997, seguita nei successivi anni da Lazio, Umbria, Friuli Venezia-Giulia, Marche, Emilia-Romagna e Basilicata. Al momento testi di legge simili sono in discussione in altre Regioni.

Le **esperienze legislative regionali italiane** si possono considerare uno dei pochi esempi operativi in Europa di protezione e valorizzazione delle RGV. Esse hanno anticipato norme a livello nazionale ed europeo, pur operando in linea con gli obiettivi del Trattato.

Tuttavia, oltre alle Regioni, in Italia sono molteplici i soggetti che, variamente integrati tra loro a seconda delle dinamiche territoriali, interagiscono nella costruzione di una filiera delle risorse genetiche vegetali (**dalla conservazione alla valorizzazione**). Si possono individuare tre categorie di attori: le istituzioni scientifiche, gli enti locali e tutti i soggetti non inclusi nelle due categorie precedenti che possiamo definire "settore non governativo". Le tre categorie dovrebbero lavorare in modo assolutamente sinergico fra loro. In generale, si può affermare che:



- le istituzioni scientifiche si occupano di collezione, inventario, caratterizzazione del materiale, suo eventuale risanamento e conservazione *ex situ*, nonché della diffusione delle informazioni raccolte;
- le Regioni, le PPAA e le altre istituzioni locali (Province, Comuni, Comunità Montane, GAL, ecc.) coordinano e promuovono tali azioni spesso sostenendole con linee finanziarie dedicate (ad esempio le leggi regionali di tutela della biodiversità coltivata) o attraverso i fondi per la ricerca agricola regionale e i Piani di Sviluppo Rurale o altro ancora;
- il settore non governativo (tutti i soggetti non inclusi nelle due precedenti categorie, come per esempio agricoltori singoli o associati, associazioni, fondazioni, organizzazioni diverse, ecc.) stimola e/o realizza, a partire dalle esigenze delle comunità locali e degli agricoltori e dalla loro storia, percorsi di conservazione e valorizzazione di specifiche varietà locali o di particolari territori.

In questo ambito, il **ruolo degli agricoltori** è centrale, perché tale è stato, fino ad oggi, nella salvaguardia delle risorse genetiche e tale resta anche in tutte le azioni previste all'interno delle presenti Linee guida, sia come figure di coltivatori tal quali (che utilizzano le varietà locali all'interno dell'organizzazione colturale della loro azienda), sia di "coltivatori custodi", sia di produttori singoli o organizzati all'interno di programmi di valorizzazione e promozione di specifiche RGV.

Anche i consumatori si sono mostrati particolarmente attenti e interessati alle varietà locali, tanto che si è creato un vivace mercato legato alle produzioni tipiche e/o locali. La tipicità presuppone che una varietà locale, il suo prodotto e un eventuale processo di trasformazione siano strettamente legati al territorio in cui quella risorsa genetica si è evoluta nel corso del tempo. È appena il caso di ricordare come il termine "territorio" è inteso nel senso più ampio e completo, indicando sia lo spazio fisico (delimitazione geografica, orografica, geo-pedologica, climatica), sia lo spazio antropico (elementi tipici delle modalità di insediamento dell'uomo), come pure l'insieme di valori, storia e cultura che lo caratterizzano. Si intende con ciò la dinamica e la stratificazione nel tempo della presenza dell'uomo, incluso il concetto di "cultura tecnologico-produttiva", tenendo ben presente che il recupero e la valorizzazione delle "valenze locali" o "territorio" è possibile solo attraverso una valutazione complessiva di tutti gli aspetti che contribuiscono alla sua definizione.

In questi anni ci sono state - concluse o ancora in corso - numerose esperienze di conservazione e valorizzazione di vecchie varietà da parte di privati, agricoltori e non, che autonomamente hanno messo a disposizione fondi per progetti spesso legati alla promozione di un determinato territorio e dei prodotti ad esso collegati. Si tratta di iniziative disperse in tutto il paese (fiere, mercati, azioni di divulgazione, promozione e valorizzazione, costituzione di consorzi di produttori, messa a punto di disciplinari di produzione, piccoli progetti su prodotti tipici), che nel tempo hanno evidenziato una forte frammentazione, uno scarso coordinamento e una frequente sovrapposizione, ma soprattutto non sono riuscite a trasmettere in modo adeguato il "saper fare". Occorre dire, tuttavia, che l'attività di divulgazione, anche attraverso le pubblicazioni prodotte in questi anni, ha contribuito in modo fattivo alla conoscenza del patrimonio di varietà locali italiane, che spesso non avevano trovato adeguata descrizione nei manuali ufficiali. Non deve poi essere sottovalutata anche la raccolta delle informazioni derivate da ricettari e saperi popolari, che permette un'adeguata coltivazione e utilizzazione delle vecchie varietà locali. Il patrimonio materiale e di saperi creato dalla millenaria e disinteressata esperienza degli agricoltori del passato è un'eredità preziosa che deve rimanere patrimonio dell'umanità.



1.4 Linee guida per la tutela delle Risorse Genetiche Vegetali

Per l'elaborazione delle presenti Linee guida si sono tenute in debita considerazione le indicazioni scaturite dai trattati internazionali e le indicazioni del PNBA.

In sintesi si ricordano le caratteristiche dei sistemi di **conservazione *ex situ* ed *in situ/on farm***. La prima è una conservazione in apposite strutture e con mezzi diversi a seconda della specie. Ad eccezione che per i campi collezione, si tratta di un sistema praticamente statico, almeno durante la fase di conservazione, anche se è possibile l'insorgenza di variazioni o la perdita di diversità genetica in fase di rigenerazione del materiale in campo, quando gli standard non vengano rispettati. L'*in situ* è una conservazione degli ecosistemi e degli *habitat* naturali e il mantenimento delle popolazioni e delle specie sia selvatiche sia coltivate al loro interno, ovvero all'interno degli ambienti dove, in accordo con quanto definito dalla CBD, esse hanno evoluto le loro caratteristiche distintive. Si tratta di un sistema di conservazione dinamico: le diverse popolazioni si adattano continuamente alle pressioni selettive biotiche (inclusa la pressione antropica) e abiotiche. La conservazione *in situ* delle forme coltivate è definita generalmente *on farm*.

I due sistemi - *ex situ* e *in situ/on farm* - non devono essere visti come alternativi, ma come possibili azioni complementari di salvaguardia della diversità. Infatti, quando non sia possibile attuare la conservazione *in situ/on farm* di una certa risorsa genetica, almeno quella *ex situ* ne garantisce la sopravvivenza. In particolare, si ritiene comunque che la conservazione *in situ/on farm* si adatti meglio alle varietà locali, che sono state selezionate e conservate per centinaia di anni dagli agricoltori e sono, di fatto, un "sistema" biologico-culturale-territoriale e non solo un'entità biologica. Siccome in tal caso **l'agricoltore** è la figura centrale di questo sistema, sicuramente egli rappresenta **l'attore principale dell'attività di conservazione** e ne deriva, quindi, che tale centralità debba essere opportunamente tenuta in considerazione in tutti i progetti di conservazione *on farm*. In alcuni contesti è opportuno dare risalto alla conservazione fatta dagli agricoltori e sostenere le iniziative presenti sul territorio che operano in questo senso, anche per sviluppare responsabilità e consapevolezza nei detentori locali delle risorse.

La **conservazione *ex situ***. Il GIBA richiama l'articolo 9 della CBD, che sottolinea l'importanza di integrare la conservazione *in situ* con azioni *ex situ* e invita gli Stati firmatari ad adottare provvedimenti per quest'ultima modalità di conservazione, cercando di dare la preferenza a collezioni *ex situ* collocate nel paese di origine delle risorse genetiche. In definitiva, i programmi di conservazione *ex situ* non solo sono complementari di quelli *in situ*, ma talvolta, come si vedrà più avanti, gli unici che possono essere adottati in alcune situazioni.

Come già accennato, da un punto di vista genetico la conservazione *ex situ* mantiene una situazione genetica statica, mentre la conservazione *in situ* consente l'evoluzione. Evoluzione significa cambiamento della ricchezza di varianti genetiche, ma non è dato sapere a priori se in aumento o in diminuzione. Per le piccole popolazioni, l'evoluzione generalmente va verso una riduzione di diversità genetica, che potrebbe culminare nella definitiva estinzione della popolazione. In tal caso la conservazione *ex situ* è in grado di garantire il mantenimento di un più elevato livello di diversità rispetto all'*in situ*. Inoltre, per le specie di interesse agrario ed agroalimentare, dove l'intensità del rischio di erosione/estinzione può drasticamente mutare, anche in tempi molto brevi, la conservazione *ex situ* garantisce il mantenimento di specifici genotipi, popolazioni, varietà, razze, ceppi, ecc. e/o la loro reintroduzione in coltivazione ove siano andati persi.

In sintesi, la conservazione *ex situ* diventa lo strumento obbligatorio di conservazione quando:

- le popolazioni *sensu lato* sono sottoposte agli effetti fortemente impattanti dell'attività antropica, quali ad esempio la sostituzione di razze e varietà locali con altre aliene al territorio (come l'introduzione di varietà moderne);
- i cambiamenti delle condizioni ambientali o socio-economiche mutano radicalmente la struttura e la vocazione di un territorio, con abbandono dell'agricoltura;
- l'area di coltivazione di una determinata popolazione si riduce costantemente per cause diverse e c'è un alto rischio di estinzione.

Per individuare le tecniche di conservazione più adeguate ed efficaci, occorre conoscere bene la biologia della specie (soprattutto quella riproduttiva) e la struttura genetica delle sue popolazioni e può essere realizzata con modalità differenti, sinteticamente raggruppate come segue:

- collezioni di piante in pieno campo, in vaso, in serra;
- collezioni di semi mantenute in banche di semi o banche del germoplasma (modalità molto diffusa);
- collezioni di materiale di propagazione, plantule, tessuti e altro, mantenute in vitro o in crioconservazione.

Tutto il materiale conservato *ex situ* dovrebbe essere gestito in modo da minimizzare i rischi in caso di catastrofi naturali, problemi tecnici, danni biologici, problemi socio-economici, ecc. Le procedure di protezione, quindi, devono prevedere continui monitoraggi del materiale e, in particolare, la conservazione di duplicati del germoplasma in differenti località. La gestione delle popolazioni *ex situ*, inoltre, deve essere attenta a evitare qualsiasi intervento che possa minare l'integrità genetica e la vitalità del materiale (riduzione della diversità genetica, selezione artificiale, trasmissione di agenti patogeni, ibridazioni non controllate, ecc.). Altresì, va posta particolare attenzione alla raccolta del numero minimo di genotipi in grado di garantire la massima diversità della popolazione, ovviamente in rapporto ai limiti logistici e finanziari.

La **conservazione *in situ/on farm***. Questa modalità di conservazione è certamente quella che va meglio conosciuta e sulla quale il GIBA ha concentrato maggiori attenzioni. Come ampiamente ricordato, si tratta di una conservazione dinamica, in cui le popolazioni cambiano continuamente in risposta alle pressioni selettive cui sono sottoposte e dall'ambiente pedo-climatico in cui si trovano, consentendo la possibilità di adattamento delle specie o popolazioni ed è anche possibile una co-evoluzione fra diversi esseri viventi. Ne deriva, quindi, che sarebbe più opportuno parlare di "salvaguardia" invece che di "conservazione", in quanto quest'ultimo termine ha una connotazione di staticità.

In quest'ottica, la conservazione *in situ/on farm* risulta avere un approccio olistico alla salvaguardia della biodiversità dell'agro-ecosistema, ovvero tende a salvaguardare tutte le forme viventi presenti in questa situazione, siano esse coltivate o spontanee, ma soprattutto non trascura il mantenimento, se non il potenziamento, del complesso di relazioni che fra esse si vengono a sviluppare. In un tale contesto ben si inquadra la conservazione delle varietà locali, che sono state a lungo, senza soluzione temporale, coltivate in una certa località e da una certa comunità umana, così da poter esser definite nel gergo comune "autoctone", ovvero "da sempre" lì coltivate. In merito alla presenza "da sempre" in un dato territorio è opportuna una precisazione. Per le specie annuali propagate per seme cinquanta cicli riproduttivi (50 anni circa) di continuato mantenimento di una popolazione



in un certo areale può essere considerato un tempo sufficiente perché una varietà abbia sviluppato quelle caratteristiche di adattamento e di legame con l'ambiente (includendo anche l'ambiente antropico) tali da poterla definire "locale". Va rilevata comunque la difficoltà ad individuare un arco temporale preciso e definito, trascorso il quale una varietà si possa considerare "adattata" e pertanto la soglia dei 50 anni fornita è da considerare del tutto indicativa. Per alcune specie poliennali arboree o arbustive, inoltre, 50 anni sono un periodo insufficiente a ritenerle adattate ad un certo luogo e dunque "locali".

Dalle considerazioni sui tempi ne segue che **azioni di reintroduzione** di varietà locali in un territorio o di sviluppo/selezione di nuove popolazioni a partire da varietà locali (azioni che pure contribuiscono a mantenere diversità utile all'uomo) non dovrebbero essere considerate sotto il termine di "conservazione *on farm*". Infatti, la "reintroduzione" – argomento di particolare attualità - quando si riferisce a popolazioni conservate per decenni *ex situ*, può portare alla coltivazione di soggetti mancanti di quell'adattamento alle condizioni fisiche, biologiche e culturali dell'areale di reintroduzione che contraddistingue le varietà locali. In altre parole il momento della reintroduzione fa partire un nuovo processo di adattamento che, col tempo, porterà queste popolazioni a diventare vere e proprie varietà locali, diverse da quelle originali.

È pur vero che spesso il confine tra reintroduzione e scambio di materiale di propagazione in un areale (soprattutto se questo è di grandi dimensioni e con variabili condizioni pedo-climatiche) è piuttosto labile. Ed è altrettanto vero che far evolvere materiale genetico non perfettamente adattato ad un determinato ambiente può essere comunque utile alla conservazione (es. spostamento delle frequenze di alleli rari o poco rappresentati nell'ambiente originario, ecc.). Inoltre, la reintroduzione (anche in areali contigui) è talvolta necessaria quando la varietà sia completamente scomparsa dalla coltivazione e non sia possibile reintrodurla nello stesso areale per mutamenti dell'ambiente o del tessuto sociale.

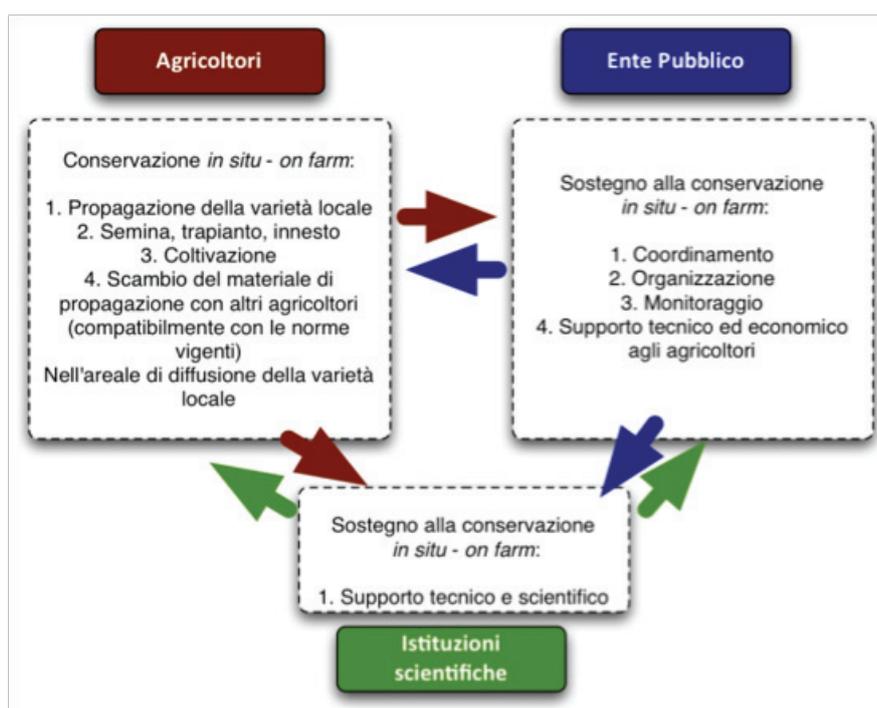
La conservazione *in situ/on farm* deve essere svolta in modo da permettere alla popolazione/varietà locale di mantenere tutta la variabilità che la contraddistingue e di rimanere in equilibrio con l'ambiente di coltivazione in cui ha evoluto le proprie caratteristiche distintive, in modo tale che queste ultime non vengano perdute. A tale scopo è particolarmente importante pianificare l'attività di produzione del materiale di moltiplicazione, che deve avvenire nell'areale di origine e in condizioni tali da evitare inquinamenti sia di tipo meccanico (inquinamenti durante la semina, la raccolta, lo stoccaggio) sia di tipo genetico. I primi sono più semplici da controllare, i secondi, invece, possono essere più problematici e dipendono dalla specie (se autogama o allogama e in quest'ultimo caso se l'impollinazione è anemofila o entomofila), dalle condizioni orografiche dell'area di moltiplicazione, dalle superfici moltiplicate, dalle condizioni climatiche, ecc.

Per quanto riguarda azioni di **sviluppo di nuove popolazioni/varietà** tramite incrocio con altre varietà o azioni di selezione volte a individuare, mantenere e propagare solo alcuni genotipi, è ovvio che queste azioni possano stravolgere la costituzione genetica e quindi le caratteristiche delle varietà locali. La variabilità genetica è la base di ogni lavoro di miglioramento genetico e le varietà locali sono state la materia prima da cui è iniziato il lavoro della ricerca scientifica fin dall'inizio del XX secolo per produrre le varietà migliorate o "moderne" e ancora oggi molte varietà di ortive e di foraggiere (graminacee e leguminose) sono ottenute da selezione entro varietà locali. In quest'ottica ogni processo di selezione porta a una riduzione di diversità rispetto al materiale originario, perché si attuano scelte specifiche dettate dagli obiettivi del programma di miglioramento. Recentemente un approccio interessante per l'utilizzo di tale variabilità nel miglioramento genetico è offerto



dal **breeding partecipativo** (*Participatory Plant Breeding*), il cui scopo resta - al pari del *breeding* classico - l'ottenimento di varietà migliorate, ma prevedendo la partecipazione degli agricoltori al processo di selezione e puntando all'ottenimento di varietà a larga base genetica.

A questo punto devono essere fatte almeno due considerazioni fondamentali, alla luce delle quali considerare le linee guida per la conservazione *in situ/on farm*. La **prima considerazione**, oltre alla tutela dei diritti degli agricoltori, è che l'obiettivo della conservazione *in situ/on farm*, come quello di ogni altra azione di conservazione, dovrebbe essere quello di mantenere l'utilità attuale e potenziale delle RGV per soddisfare i bisogni delle generazioni attuali e di quelle che verranno. Siccome non è possibile prevedere quali saranno le necessità future, cioè di quali geni e assetti genici in popolazioni si avrà bisogno, bisogna adottare una strategia di conservazione che mantenga la massima diversità. Al contrario di ciò che generalmente avviene per la conservazione di specie e popolazioni spontanee in aree protette, dove l'attuazione della conservazione è generalmente direttamente effettuata dall'ente pubblico, la realizzazione pratica della conservazione *on farm* delle piante coltivate è di competenza degli agricoltori; sono loro che, anno dopo anno, continuano a coltivare e mantenere una varietà locale. L'ente pubblico può (e dovrebbe sempre) promuovere, organizzare, coordinare e monitorare l'attività di conservazione, dando supporto economico e tecnico agli agricoltori e promuovendo la loro attività con adeguate politiche pubbliche. In queste attività è importante anche il ruolo delle istituzioni scientifiche, quale raccordo fra agricoltori ed ente pubblico, come schematizzato nella **figura** in basso. Da ciò discende che, non potendo gli agricoltori garantire, per i motivi più vari, la necessaria continuità nel tempo dell'opera di conservazione, è importante, al fine di assicurare almeno la sopravvivenza delle popolazioni, predisporre piani paralleli di conservazione *ex situ*. Tornando al ruolo dell'ente pubblico, la sua attività di sostegno si può concretizzare in modi diversi, dal favorire un'aumentata consapevolezza dell'importanza delle RGV per la sicurezza alimentare e per il benessere delle generazioni presenti e future, al supporto finanziario e di co-



noscenza necessari a valorizzare sul mercato un prodotto ottenuto da una varietà locale. In ogni caso tale attività deve sempre essere orientata a far sì che la coltivazione delle varietà locali sia mantenuta, se non incrementata, nel tempo.

La *seconda considerazione* è che le varietà locali, sia di specie autogame che allogame propagate per seme, come pure di alcune specie propagate vegetativamente, sono popolazioni diverse (quindi distinguibili le une dalle altre), ma anche popolazioni con un certo livello di diversità al loro interno, cioè costituite da genotipi diversi. Esse, inoltre, evolvono nel tempo, cioè cambiano, sia in termini di genotipi presenti che di rapporti numerici fra di essi, in risposta ai cambiamenti dell'ambiente fisico/agronomico e della comunità biotica di cui fanno parte. Questa evoluzione è ovviamente molto più rapida per le specie annuali. I genotipi che si adattano meglio a un diverso contesto ambientale si affermano nella popolazione a scapito di altri, mentre possono anche comparire nuovi genotipi per effetto di mutazioni. È proprio questa caratteristica intrinseca delle varietà locali che ne fa popolazioni di fatto sempre adattate all'ambiente fisico, biologico e culturale e perciò utili all'agricoltura. Pertanto, nella predisposizione delle presenti Linee guida, si è tenuto in debita considerazione il fatto che la variabilità intrinseca delle popolazioni locali e la loro capacità di cambiare nel tempo sono una caratteristica del tutto positiva, che deve essere salvaguardata. In altri termini, perché le varietà locali mantengano la loro utilità, nelle diverse fasi di un'attività di conservazione *on farm* bisogna lasciarle libere di mutare nel tempo.

Infine, è necessario un riferimento alla **complessità delle situazioni** in cui le varietà locali si mantengono e alla mancanza di dati scientifici al riguardo: ciò rende difficile proporre linee guida basate su consolidata esperienza e applicabili ovunque con sicurezza. Il quadro delle situazioni in cui ancora si mantengono varietà locali in azienda, in Italia come in Europa, è infatti quanto mai complesso (soprattutto per le piante annuali), per la molteplicità delle variabili in gioco: specie, numero di varietà locali, situazioni fisico-climatiche, etno-antropologiche, sociali ed economiche. Sono molto pochi i dati scientifici che, basati su una chiara analisi dei risultati ottenuti applicando una certa strategia, danno indicazioni precise su come attuare la conservazione *on farm*, come peraltro sono pochi i dati che si riferiscono alla conservazione di popolazioni spontanee *in situ* per la quale, forse, si è già fatta un po' più di strada. Questo è particolarmente vero con riferimento alla possibilità di mantenere un adeguato livello di diversità genetica nel tempo, evitando nel contempo fenomeni di erosione genetica dovuti a mescolamento con varietà commerciali simili.

Esistono invece valide **esperienze pratiche**, in particolare quelle maturate dalle Regioni italiane che si sono già dotate di una legge per la tutela delle RGV o che hanno comunque finanziato attività in tal senso, cui si può guardare come riferimento per trarre delle indicazioni operative. Nel Manuale sono riportate le esperienze delle Regioni Toscana e Lazio (Appendice al capitolo 4), le prime a dotarsi di una legge in materia. Nel primo caso emerge il ruolo prezioso degli "agricoltori-coltivatori custodi" e della validità operativa della rete di conservazione e sicurezza, in particolare a supporto dello scambio delle risorse fra agricoltori; nella seconda si mette in luce l'importanza del condurre in modo dettagliato e capillare la fase di indagine sul territorio, raggiungendo ogni singolo "detentore", al fine di raccogliere la maggiore quantità possibile di informazioni utili a comprendere le diverse problematiche e le dinamiche presenti all'interno di ogni comunità agricola.

L'attività di organizzazione e monitoraggio della conservazione *in situ/on farm* si realizza secondo le seguenti fasi:



1. **raccolta di informazioni sulle varietà locali esistenti (inventario)** e raccolta di materiale di propagazione destinato alla conservazione *ex situ* e all'attività di caratterizzazione;
2. **individuazione delle aree da destinare prioritariamente a conservazione *in situ/on farm*** (scelta delle aree dove attuare, con priorità, promozione, organizzazione e monitoraggio delle attività);
3. **caratterizzazione e valutazione della distinguibilità delle varietà locali**;
4. **valutazione della dimensione delle popolazioni e della struttura genetica delle varietà locali mantenute *in situ/on farm***;
5. **monitoraggio dell'efficacia della conservazione *in situ/on farm*** (valutazione periodica del mantenimento di un adeguato livello di diversità genetica e di assenza di erosione genetica);
6. **costruzione e gestione di un sistema informativo relativo all'opera di conservazione *in situ/on farm***.

Le fasi proposte non devono essere lette necessariamente in sequenza, poiché alcuni interventi possono procedere in parallelo e altri sono addirittura trasversali a tutte le fasi, come ad esempio la costruzione e la gestione del sistema informativo.

Lo schema degli interventi proposti è calibrato essenzialmente sulle specie erbacee, tuttavia esso rappresenta un modello utile anche per la conservazione *in situ* delle varietà di specie arboree. Da notare che le fasi sopraelencate hanno anche rilevanza nella pianificazione di azioni di conservazione *ex situ*. Un'attività di **coordinamento fra i diversi soggetti** coinvolti (enti pubblici, enti di ricerca, agricoltori, tecnici) è ovviamente necessaria per raggiungere i migliori risultati.

Fase 1. Raccolta di informazioni sulle varietà locali esistenti (inventario). Questa fase è supportata da una serie di schede, messe a punto dal GIBA, analizzando le esperienze già presenti, a partire dalla scheda di segnalazione, per arrivare alle schede di caratterizzazione morfo-fisiologica, fino alla scheda sintetica varietale. A supporto di tale attività, l'indagine storica, sia su base di documenti scritti che testimonianze orali, è un fattore fondamentale nell'iter di inventariazione di una risorsa genetica, poiché consente di accertare il reale e profondo legame di questa con il territorio. Purtroppo molto del "saper fare" contadino è stato tramandato per via orale e si sono perse molte informazioni su usi, tecniche di produzione e utilizzo dei prodotti agro-alimentari locali. Recentemente ci si è resi conto che questo bagaglio culturale orale potrebbe essere molto importante anche per orientare le politiche di tutela e valorizzazione della biodiversità. Pertanto un approccio antropologico, in questa fase, è certamente un valido ausilio ed esistono già esperienze messe in atto presso alcune Regioni italiane. Questo metodo rappresenta sicuramente una novità italiana nell'ambito della conservazione delle RGV, novità che di recente è stata presa in considerazione anche in altri contesti europei ed internazionali.

Questa fase iniziale si deve accompagnare al reperimento di materiale di propagazione per la conservazione *ex situ* e la caratterizzazione.

Fase 2. Individuazione delle aree da destinare prioritariamente a conservazione *in situ/on farm*. La conservazione delle RGV nel maggior numero possibile di ambienti e presso il maggior numero di agricoltori è l'azione certamente più efficace. Tuttavia, tenuto conto della limitatezza delle risorse, spesso è necessario scegliere e dare priorità ad alcune aree per promuovere, organizzare e monitorare l'attività di conservazione. A questo proposito non sono state ancora compiutamente elaborate linee guida standardizzate e basate su

presupposti scientifici, ciò nonostante si può far riferimento ad alcune esperienze di ricerca finanziate dalla Commissione Europea che suggeriscono di dare priorità a quelle aree (definite “aree più appropriate”) che presentano maggiore ricchezza in termini di agrobiodiversità. Si tratta di quelle aree che sono più ricche di varietà locali, di diversità agroecosistemica e dove sono già in essere azioni di tutela della natura (ad esempio nei parchi e nelle aree naturali protette). Per contro, un altro approccio potrebbe partire da presupposti completamente diversi, dando priorità alle aree meno ricche di biodiversità per tentare di salvaguardare quanto esiste ancora e avviare iniziative per incrementarne il livello.

L'area destinata alla conservazione è anche la stessa dove avviene la moltiplicazione del seme delle varietà conservate.

Fase 3. Caratterizzazione e valutazione della distinguibilità delle varietà locali. Queste azioni sono di sostanziale importanza perché permettono di:

- identificare le popolazioni che realmente sono varietà locali e devono essere salvaguardate, per le loro caratteristiche di unicità e di diversità genetica, per il loro legame con usi, costumi e tradizioni delle popolazioni che le hanno sviluppate e per l'eventuale rischio di erosione/estinzione;
- promuovere azioni di valorizzazione del prodotto ottenibile dalle varietà locali basate sulla loro unicità, tipicità, caratteristiche, legame con il territorio;
- redigere liste di varietà che siano la base per la pianificazione di azioni di conservazione in azienda e su base territoriale, messa in atto di eventuali iniziative di commercializzazione del seme, valutazione del rischio di estinzione.

Occorre in questa fase distinguere varietà locali tra loro e dalle varietà commerciali. Una caratterizzazione morfo-fisiologica appare indispensabile, altre forme di caratterizzazione (inclusa quella genetica) possono senz'altro essere attuate per risolvere problemi specifici (ad esempio relativi all'identità o allo studio di relazioni genetiche tra popolazioni), in relazione alla disponibilità di risorse finanziarie.

Fase 4. Valutazione della dimensione delle popolazioni e della struttura genetica delle varietà locali mantenute *in situ/on farm*. Tale aspetto, unitamente alla corretta identificazione di una RGV, è di notevole rilevanza per un'adeguata pianificazione dell'azione di conservazione. Dimensioni ridotte di una popolazione rischiano di far perdere, in modo casuale e imprevedibile, la variabilità genetica che la caratterizza e determina il suo adattamento. Se di una varietà locale esistono, in una data area, più popolazioni geneticamente distinte, per mantenere la diversità è necessario mantenere tutte le diverse popolazioni; se, al contrario, le diverse popolazioni sono sostanzialmente uguali, la conservazione può essere limitata ad una sola di esse e dunque realizzata in una sola azienda. Per le specie a propagazione vegetativa, benché la variabilità intra-varietale sia più limitata che per le colture che si riproducono per seme, questa esiste e andrebbe conservata quanto più possibile. Essa, infatti, è la base per avviare azioni di selezione massale o clonale, anche sotto il profilo sanitario, recuperando cioè individui esenti dalle fitopatie trasmesse per innesto. In sostanza, più accessioni di una singola RGV si conservano (in popolazioni più numerose e di maggior dimensione), più areali e più agricoltori si coinvolgono, più garanzie si hanno nel raggiungere un efficace ed efficiente sistema di conservazione, ovviamente in funzione della disponibilità sul territorio di risorse umane, strutturali e finanziarie.

Fase 5. Monitoraggio della efficacia della conservazione *on farm*. È un punto cardine delle azioni di salvaguardia perché finalizzata a valutare se gli obiettivi della conser-

vazione sono realizzati nei tempi, nei modi e con le risorse umane e finanziarie previste e se nel tempo si verifica erosione di quella diversità che ci si è proposti di conservare.

In altri termini questa fase consente di valutare l'efficacia e l'efficienza delle azioni intraprese. Per raggiungere tale obiettivo l'azione di monitoraggio deve essere avviata fin dalla conservazione *in situ/on farm*, perché, trattandosi di situazioni spesso in divenire, fragili e complesse, è necessario avere tutte le informazioni sullo "status ante" (informazioni aziendali, caratteristiche genetiche delle popolazioni e delle sottopopolazioni), ripetere la raccolta di informazioni ad intervalli di tempo successivi e confrontare i dati iniziali con i dati via via raccolti dopo l'inizio delle attività di promozione, organizzazione e gestione della conservazione *in situ/on farm*.

Fase 6. Costruzione e gestione di un sistema informativo relativo alla conservazione *in situ/on farm*. L'opera di conservazione *in situ/on farm* prevede, in ognuna delle sue fasi, una serie di attività per le quali è necessario raccogliere informazioni, o che generano informazioni, le quali permettono di capire e gestire al meglio la varietà locale che si sta conservando. È necessario, quindi, che tutti questi dati siano mantenuti e organizzati in modo razionale e funzionale, possibilmente in un sistema informatizzato. Obiettivo di questa fase è raccogliere tutte le informazioni sulle attività realizzate nella conservazione *in situ* per facilitarne il controllo e la gestione. Inoltre, se vengono adottati database capaci di una rapida condivisione e una rapida elaborazione dei dati, si rende possibile il confronto di esperienze differenti e l'elaborazione di pratiche di conservazione migliorate, la compilazione di inventari su scala più vasta (ad esempio l'anagrafe nazionale) e, in generale, la promozione di una sempre più estesa attività di conservazione.

1.5 Aspetti commerciali della moltiplicazione e della diffusione del materiale di propagazione delle varietà locali

Si tratta di un aspetto molto attuale nella gestione della conservazione delle RGV, sia per il vasto e complesso quadro normativo che lo contraddistingue, sia per le sempre più numerose richieste di materiale da moltiplicazione da parte di agricoltori.

In questa sede si focalizza l'attenzione su due elementi particolari, cioè l'introduzione del concetto di varietà da conservazione per le specie da seme e l'attuazione delle disposizioni in materia vivaistica e fitosanitaria per fruttiferi/arboree e vite.

Specie propagate per seme. Un recente ed interessante elemento di novità è stato l'introduzione del concetto di **varietà da conservazione** (coniato in prima battuta a livello comunitario e poi nazionale) e la conseguente istituzione di una specifica sezione nell'attuale Registro Nazionale delle Varietà di specie agrarie, con le relative regole di accesso. Solo in questo ambito è possibile individuare opportune modalità di commercializzazione e diffusione delle varietà locali, pur sottolineando il fatto che le varietà da conservazione sono un sottoinsieme delle varietà locali medesime. Infatti, solo una parte di queste potrà essere iscritta a tale Registro. Per le altre è possibile pensare a una circolazione limitata a livello locale, all'interno di quelle che le leggi regionali definiscono "**Reti di Conservazione e Sicurezza**".

Una varietà da conservazione, per essere iscritta al Registro, deve avere un interesse per la conservazione, essere corredata da informazioni provenienti da esami ufficiali o anche da descrizioni, caratterizzazioni, conoscenze e altre informazioni ottenute da autorità o organizzazioni competenti in materia, non essere iscritta al Catalogo comunitario da al-

meno due anni, non essere protetta da privativa comunitaria o nazionale, aver identificato la sua zona di origine e rispondere ai requisiti DUS ridotti (Distinguibilità, Uniformità e Stabilità) per i caratteri previsti dai questionari tecnici CPVO o UPOV. Anche la produzione sementiera delle varietà da conservazione deve rispondere a precisi requisiti, sia in termini di zona di riproduzione che di qualità fitosanitaria che di quantitativi commercializzabili. La domanda di iscrizione di una varietà da conservazione va inviata al MiPAAF per il tramite delle Regioni, che “filtrano” il dossier di iscrizione, quindi il Ministero effettua soltanto una verifica della rispondenza del dossier ai requisiti richiesti senza fare ulteriori indagini. L'iscrizione è gratuita, a meno che non sia necessario effettuare un supplemento d'indagine per accertare la differenziabilità della varietà, nel caso in cui il dossier presentato non sia sufficiente.

Fruttiferi/arboree. Fra l'ampia disciplina vigente che regola la produzione e la commercializzazione di vegetali e prodotti vegetali si ricorda qui - per ragioni di maggiore attualità - il Decreto Legislativo n. 124 del 25/06/2010. Ai sensi di tale decreto, perché una varietà locale di un fruttifero/olivo possa essere prodotta e commercializzata è necessario che sia iscritta nel Registro varietale istituito presso il MiPAAF ed essere in possesso delle necessarie certificazioni fitosanitarie. Tali certificazioni potranno essere fornite da un vivaista opportunamente autorizzato oppure, per casi specifici previsti dalla legge, rilasciati ai piccoli produttori da parte dei Servizi Fitosanitari.

Vite. La vite, così come i fruttiferi, non è stata presa in considerazione dalla legge sulle varietà da conservazione, ciò fa sì che la conservazione e la valorizzazione del germoplasma locale non siano operazioni né così immediate né così semplici: stante la normativa attuale, emerge chiaramente che una vecchia varietà di vite non iscritta alla lista o Registro nazionale può essere coltivata esclusivamente per uso familiare e solo da un “conduttore” che non detenga altro vigneto. Un ulteriore ostacolo per la coltivazione di varietà di vite non iscritte al Registro viene dalla normativa vivaistica. Infatti, i materiali di moltiplicazione della vite possono essere commercializzati solo se controllati, ma solo il materiale delle varietà iscritte al Registro nazionale è ammesso al controllo ufficiale e alla certificazione. D'altra parte la definizione di “commercializzazione” prevista dalla normativa vigente lascia aperta la possibilità di moltiplicare i vitigni non iscritti destinati alla sperimentazione e alla riproduzione interna aziendale, ovvero si può trasferire materiale proprio presso un vivaista per l'ottenimento di barbatelle innestate da reimpiantare solo in azienda e non da destinare alla vendita.

Quanto sin qui sinteticamente esposto, mette in luce alcuni limiti oggettivi non solo per la conservazione in situ, ma anche per una rapida reintroduzione in coltivazione di una vecchia varietà di vite, presupposto indispensabile per una valorizzazione del vino che se ne può ottenere. Ai fini della conservazione e valorizzazione delle vecchie varietà di vite sarebbe opportuno procedere molto velocemente a una loro moltiplicazione (se pure controllata e su scala ridotta), senza attendere l'iscrizione della varietà al Registro come pure le risultanze di un eventuale risanamento, con tempi che potrebbero decretarne l'estinzione. Ovviamente un controllo fitosanitario è importante per impedire la diffusione di malattie trasmissibili per innesto, ma sino ad ora alcuni materiali di vite si sono conservati solo grazie all'affezione dei vecchi agricoltori per quanto gli era stato tramandato dalla famiglia per generazioni, compresa l'arte dell'innesto e la possibilità di propagare in proprio il materiale. Si può concludere, quindi, che allo stato attuale la conservazione di una vecchia varietà di vite può essere affidata solo alle collezioni *ex situ* collegate a enti di ricerca (pertanto in deroga alle citate norme per scopi di ricerca o sperimentazione) o alla disponibilità di chi



detiene esemplari di vite in via di estinzione, che dovrebbero comunque configurarsi come materiali destinati esclusivamente al consumo familiare. In alternativa, occorre avviare l'iter che porta all'iscrizione della varietà al Registro nazionale.

Quanto sopra esposto specificatamente per la vite, vale anche per i fruttiferi e l'olivo.

1.6 La caratterizzazione delle Risorse Genetiche Vegetali

Come sopra menzionato, la caratterizzazione è finalizzata all'identificazione precisa di una RGV. Il GIABA presenta in questo Manuale i **descrittori** più efficaci suddivisi per categorie, illustrando le Linee guida per il loro utilizzo. Il lavoro proposto parte dalla valutazione di singole accessioni per arrivare, ove possibile, alla costituzione di una scheda varietale che riassume il profilo morfo-fisiologico della varietà a partire dall'osservazione di singole accessioni. È importante ribadire che talvolta le varietà locali, soprattutto se erbacee, sono contraddistinte da una certa diversità interna, che evolvendo nello spazio e nel tempo (sia per azione ambientale che antropica), le rende anche poco stabili. Quando tali caratteristiche sono particolarmente accentuate non è possibile utilizzare appieno gli strumenti di caratterizzazione messi a punto sulle varietà migliorate (tipicamente uniformi e stabili). In questi casi sarà necessario ricorrere alla valutazione per singola pianta, individuare sottopopolazioni o tipologie varietali tramite l'attribuzione di classi di frequenza e analizzare statisticamente i dati rilevati. Per contro, quando la varietà locale mostra un basso livello di variabilità interna, è possibile applicare i sistemi di caratterizzazione messi a punto per valutare la DUS. Tali criteri, seppure con una maggiore flessibilità, sono altresì indispensabili ai fini dell'iscrizione al Registro nazionale delle varietà da conservazione.

Raccolta di informazioni sulle varietà locali esistenti. Una prima descrizione delle RGV reperite sul territorio è la fase iniziale di un percorso di conservazione. Fa seguito una più precisa caratterizzazione *in situ/on farm* oppure *ex situ* a seconda del modello di conservazione. Il GIABA ha definito una serie di schede, elaborando modelli già esistenti, in grado di coprire tutte le esigenze di raccolta d'informazioni e di caratterizzazione delle RGV. Si va da una iniziale scheda di segnalazione, alla scheda per la descrizione in azienda della singola accessione, ai descrittori di passaporto o identificativi, ai descrittori che entrano nel dettaglio delle caratteristiche morfo-fisiologiche dell'accessione e diversi da specie a specie (descrittori specie-specifici), fino alla scheda sintetica varietale che riassume i caratteri delle diverse possibili accessioni in una varietà.

Nell'insieme, il metodo proposto di raccolta delle informazioni attraverso le precitate schede consente di attuare le fasi di caratterizzazione, organizzazione, coordinamento e monitoraggio delle attività di conservazione descritte in precedenza. Va considerato che, in funzione delle diverse necessità e delle risorse umane e finanziarie disponibili, si possono realizzare anche solo singole parti dello schema generale, utilizzando cioè alcuni metodi di conservazione e non altri, oppure raccogliendo le informazioni solo mediante alcune schede (le più importanti nel contesto specifico) e non altre.

Rimandando al Manuale per i dettagli sulle schede elencate, di seguito si evidenziano alcuni aspetti che riguardano l'uso di questi strumenti per la raccolta d'informazioni.

I descrittori di passaporto (ovvero quelli identificativi di una RGV riferiti alle precise condizioni di reperimento) sono fondamentali per identificare e distinguere in modo inequivocabile ogni accessione, anche quando essa sia propagata o trasferita. Questi de-



scrittori di passaporto sono anche quelli che, in quanto previsti con comuni sistemi di codifica da banche dati internazionali (MCPD ed EURISCO), permettono il confronto con materiali detenuti in altri paesi. Oltre ai descrittori di passaporto codificati a livello internazionale, il GIBA, sentito il parere dei delegati regionali, ha proposto ulteriori quattro descrittori identificativi aggiuntivi e complementari, considerando che potessero fornire utili informazioni di interesse locale o nazionale per una identificazione più dettagliata delle accessioni. Infine, sono stati segnalati altri due descrittori particolari, che identificano quelle accessioni che vengono designate come appartenenti alle specie dell'Allegato I del Trattato Internazionale e/o come componenti della Collezione Europea definita nell'ambito del Sistema Integrato Europeo delle Banche Genetiche.

Descrittori morfo-fisiologici. La descrizione del fenotipo delle piante rappresenta uno dei più importanti strumenti d'indagine della biodiversità. Tale descrizione, basata sul rilievo di caratteri morfo-fisiologici, consente di caratterizzare, distinguere e identificare le varietà, utilizzando apposite metodologie di confronto. I descrittori si riferiscono generalmente a caratteri altamente ereditabili e stabili e, spesso, costituiscono anche gli elementi di base della classificazione tassonomica delle piante. La caratterizzazione deve essere effettuata con criteri obiettivi e condivisi, in un quadro di riferimento scientifico e possibilmente secondo procedure comuni e armonizzate a livello nazionale e internazionale.

Sulla scorta di quanto esposto, il GIBA ha proposto una scheda descrittiva (definita specie-specifica) per la descrizione di una varietà locale o di accessioni di una varietà locale nell'ambito delle specie considerate nel presente Manuale. Se la caratterizzazione è finalizzata all'identificazione della varietà, generalmente tutti i caratteri previsti dalle schede descrittive devono essere utilizzati e sistematicamente rilevati secondo le procedure indicate. Tuttavia, nell'ottica di proporre agli utilizzatori schede agevoli e di rapida compilazione, sono stati evidenziati alcuni descrittori (contrassegnati con l'acronimo GIBA) considerati indispensabili e pertanto altamente "raccomandati" per la caratterizzazione/identificazione di una RGV in accordo con gli obiettivi delle presenti Linee guida.

A livello internazionale sono stati sviluppati diversi sistemi finalizzati alla caratterizzazione varietale e specificamente dedicati alla descrizione, alla documentazione, allo scambio e alla gestione delle risorse genetiche (*Bioversity International*, USDA-GRIN) o alla valutazione dei requisiti di distinguibilità, omogeneità, stabilità e unicità richiesti per il rilascio di titoli di protezione varietale (CPVO, *Community Plant Variety Office*). In relazione agli obiettivi prefissati nelle presenti Linee guida, per la maggior parte delle specie è stato ritenuto adeguato il sistema internazionale dell'UPOV (*Union Internationale pour la Protection des Obtentions Végétales*) e pertanto ad esso viene generalmente fatto riferimento nelle metodologie di caratterizzazione varietale di seguito illustrate. I criteri di base del sistema internazionale UPOV sono coerenti con il sistema nazionale ed europeo di registrazione varietale ufficiale, sono conosciuti e già in uso per molte specie da parte di diverse Regioni e sono ritenuti sostanzialmente corrispondenti con il sistema internazionale IPGRI/Bioversity dei descrittori di caratterizzazione. Nel caso di alcune specie, tra cui la vite, altri organismi – come l'*Organisation Internationale de la Vigne et du Vin* (OIV) - hanno lavorato insieme a UPOV e Bioversity nella creazione di un sistema di descrittori comuni del genere *Vitis*. Poiché si tratta del sistema più utilizzato per la vite a livello regionale, nazionale e internazionale, la scheda per la caratterizzazione morfo-fisiologica della specie *Vitis vinifera* fa riferimento a questi descrittori.

Nelle schede delle specie di alcuni fruttiferi il GIBA ha utilizzato anche altri descrittori, tra cui quelli pubblicati dalla Regione Toscana (ex ARSIA) e, nel caso del farro (*Tri-*

ticum dicoccum e *T. monococcum*), in assenza di descrittori UPOV/CPVO, è stato fatto riferimento ai descrittori nazionali ed è stata predisposta una scheda del tutto originale. Altri descrittori, infine, sono stati elaborati ed introdotti nelle schede proposte sulla base delle esperienze dei componenti del GIBA.

Nelle specie propagate per seme è importante, inoltre, tenere presente - come ricordato in premessa - che le varietà locali non hanno le stesse caratteristiche delle varietà migliorate, sulle quali sono stati tarati i criteri UPOV e CPVO. Esse, infatti, sono spesso contraddistinte da variabilità interna elevata e pertanto alcune procedure previste da questi Organismi (ad esempio quelle relative alla valutazione della “omogeneità”) non sono sempre applicabili. Per la valutazione del livello di omogeneità di una varietà locale, quindi, si rende frequentemente necessario valutare i caratteri su singoli individui e poi ricorrere ad appropriate analisi statistiche.

Marcatori molecolari. Dalle loro prime applicazioni in campo vegetale poco più di una ventina di anni fa, i marcatori molecolari si sono dimostrati strumenti d’indagine della diversità genetica sempre più promettenti e utili, grazie al crescente progresso nelle conoscenze del genoma degli organismi e al conseguente sviluppo di tecniche analitiche sempre più efficaci e meno costose. Ogni individuo presenta, infatti, nel proprio DNA differenze che, se pur di lieve entità, lo distinguono da altri individui della stessa specie e/o popolazione. Tali polimorfismi possono essere rilevati comparando tratti di DNA omologhi tra individui. In ciò consiste l’analisi dei cosiddetti marcatori molecolari, ovvero di frammenti di DNA posizionati in punti del cromosoma (pertanto ereditabili), che con la loro presenza contraddistinguono (“marcano”) in maniera univoca il tratto di DNA in cui si trovano.

È evidente che la caratterizzazione del genotipo mediante l’analisi con marcatori molecolari presenta, rispetto alla descrizione morfologica del fenotipo, indubbi vantaggi, tra cui quello di sfuggire all’interferenza dell’ambiente nell’espressione dei caratteri e alla inevitabile soggettività dei rilievi morfologici, offrendo dunque una maggiore affidabilità nel caso di controversie legali. L’analisi del DNA, inoltre, può rilevare differenze anche tra individui geneticamente molto simili (spesso non distinguibili fenotipicamente) e, per via dell’ereditarietà dei marcatori, offrire informazioni oggettive sulla vicinanza genetica tra individui o popolazioni e sull’identificazione dei parentali (*pedigree*) ogni qualvolta sia importante stabilire/confermare l’origine genetica di una varietà. Il DNA può essere estratto da molte parti della pianta (fusto, foglie, frutti, semi, radici), durante il ciclo vegetativo o durante il riposo invernale, e ha il vantaggio di essere una molecola relativamente stabile e conservabile.

I citati aspetti positivi, uniti allo sviluppo di tecniche analitiche e strumentazioni dai costi sempre più sostenibili, fanno dei **marcatori molecolari strumenti sempre più diffusi**, capaci tuttavia non tanto di sostituire, quanto di affiancare proficuamente le descrizioni morfo-fisiologiche nella caratterizzazione delle RGV, rilevando differenze a livello di DNA laddove i marcatori morfo-fisiologici non riescono. Una buona conoscenza della variabilità fenotipica della specie è sempre indispensabile sia nel campionamento del materiale che nell’interpretazione dei risultati ottenuti con le analisi genetiche. Inoltre, se per alcune colture sono stati studiati marcatori molecolari di grande efficacia nella distinguibilità tra individui, nell’identificazione varietale e nello studio delle relazioni genetiche (e cominciano anche ad essere disponibili per gli operatori banche dati di profili genetici di riferimento), per altre specie, su cui si è poco concentrata l’attenzione della comunità scientifica, i metodi a disposizione sono scarsi, non particolarmente informativi o addirittura nulli. Tra le colture del primo tipo va senza dubbio ricordata la vite, per la quale alcuni marcatori



microsatelliti di più ampio utilizzo sono stati adottati quali descrittori genetici e, previa la messa a punto di un sistema di codifica dei risultati per standardizzare i dati provenienti da laboratori diversi, aggiunti alla lista ufficiale dei descrittori morfo-fisiologici di uso internazionale per la caratterizzazione delle specie e delle varietà di vite. Anche dati di profili genetici di vitigni europei sono oggi accessibili *online* e vengono periodicamente aggiornate.

In sintesi, si può dire che competenze pratiche e di campo sulla morfologia e la fisiologia delle specie da caratterizzare sono insostituibili, mentre i metodi genetici possono utilmente entrare in gioco nella conferma oggettiva di identità varietali sulla base di un preciso profilo genetico di riferimento, assai indicati per esempio nel caso di errori nella denominazione delle varietà o di sinonimie tra cultivar presenti in luoghi distanti. I marcatori molecolari possono infine fornire informazioni scientifiche di grande rilievo nella gestione e nello studio delle RGV, come ad esempio nella costituzione delle cosiddette *core collections* (collezioni che contengono in un numero limitato di individui la più ampia diversità genetica) oppure nella definizione della variabilità genetica di una popolazione e della sua struttura e, più in generale, nella valutazione del rischio di erosione genetica e nel monitoraggio dell'efficacia degli interventi di conservazione.

1.7 Considerazioni conclusive

Le presenti Linee guida, partendo dalla constatazione che in Italia manca un coordinamento centralizzato al quale fare riferimento per le RGV e rilevando, tuttavia, che esistono numerose iniziative pubbliche e private volte alla loro salvaguardia, mirano a mettere a disposizione di tutti i soggetti interessati gli strumenti operativi per mettere in campo azioni coordinate ed efficienti sul territorio, privilegiando un approccio di sistema.

Quindi, il primo passo è certamente la diffusione di questo strumento su tutto il territorio nazionale, in modo da fornire a tutti gli operatori le basi normative che riguardano le RGV, metodiche comuni di descrizione e gestione delle RGV, nonché proporre attraverso i casi di studio alcune esperienze che possano costituire esempi da percorrere nell'indagine o nella valorizzazione.

Il passo immediatamente successivo sarà l'attivazione di un'**anagrafe nazionale** delle varietà e razze locali, tra l'altro prevista dalla fase C del PNBA, che dovrebbe rappresentare un'azione efficace per migliorare le conoscenze sul patrimonio di biodiversità di interesse agricolo italiano al fine di tutelarlo e valorizzarlo al meglio. Tale anagrafe può essere intesa a vari livelli di approfondimento, fino a definire un preciso profilo morfo-fisiologico e genetico di ogni varietà locale conservata, permettendo il confronto tra materiali di aree o Regioni diverse (individuando sinonimie, distinguendo omonimie) e diventando così un preciso strumento per l'identificazione, la corretta denominazione e la conoscenza delle RGV. Inoltre, l'anagrafe consentirebbe di migliorare le relazioni con gli altri paesi europei ed extra-europei per lo scambio e la valorizzazione di materiali, oltre a fornire gli strumenti per creare *core collections ex situ* con inferiori risorse finanziarie.

Il rafforzamento di un coordinamento nazionale in grado di offrire un punto di riferimento e di aggregazione sarebbe auspicabile. Questo permetterebbe di sfruttare in modo più capillare le disperse conoscenze, esperienze e risorse e di relazionarsi a livello internazionale a nome, per conto e con la collaborazione di tutta la nostra ricca diversità scientifica e amministrativa, in particolare nell'ottica della piena adesione al Trattato Internazionale sulle Risorse Genetiche.

SINTESI DELLE LINEE GUIDA PER LA CONSERVAZIONE DELLE RISORSE GENETICHE ANIMALI DI INTERESSE PER L'AGRICOLTURA

2.1 Presentazione delle linee guida per la conservazione delle risorse genetiche animali di interesse per l'agricoltura.

Il presente documento ha come obiettivo principale quello di fornire linee guida alla conservazione della biodiversità animale di interesse agrario.

Il testo, realizzato grazie al contributo di esperti e la consultazione di numerosi articoli e pubblicazioni scientifiche, è stato predisposto per rispondere alle esigenze operative degli addetti del settore per la realizzazione di azioni volte alla conservazione delle risorse genetiche animali.

Il documento, oltre che porre in rilievo il valore intrinseco delle razze autoctone italiane in quanto patrimonio nazionale insostituibile ed irripetibile, evidenzia la necessità di approfondire il lavoro sulla valutazione economica - attuale e futura - delle razze domestiche e dei servizi sociali, scientifici, culturali ed ambientali da esse forniti.

Tali conoscenze e valutazioni costituiscono un requisito fondamentale per fare progredire ed evolvere le strategie complessive e le singole attività di conservazione della biodiversità in agricoltura - e delle razze autoctone in particolare - messe in atto sino ad oggi. Strategie ed attività che, se in molti casi hanno permesso di scongiurare o rallentare l'estinzione delle razze autoctone, in altri si sono rivelate inefficaci nell'arrestare un processo di erosione genetica iniziato con l'affermarsi di sistemi produttivi, di cui oggi si incominciano a riconoscere limiti e criticità.

Nel documento si forniscono concetti, strumenti e protocolli operativi per la conservazione delle risorse genetiche animali con un approccio innovativo che tiene conto del ruolo multifunzionale delle razze locali, nonché alcuni esempi applicativi dei protocolli suggeriti.

Il testo è diviso in 2 parti: nella prima vengono illustrati i concetti generali di biodiversità e di risorse genetiche animali, alcuni dati sulla perdita di biodiversità e di erosione genetica nel mondo e in Italia, gli strumenti normativi e le iniziative di conservazione delle razze messe in atto a livello globale e locale.

Nella seconda parte, dopo i capitoli dedicati alla nomenclatura, alle definizioni di specie e di razza, e agli strumenti di caratterizzazione morfologica e molecolare delle razze, il documento propone gli strumenti e i protocolli operativi per la tutela e la valorizzazione delle razze autoctone minacciate di erosione genetica o a rischio di estinzione. Accanto alla strategia di conservazione attualmente messa in atto nei Paesi dell'Unione Europea, le linee guida propongono un approccio innovativo che prevede l'identificazione di razze "prioritarie" per il conseguimento di specifici obiettivi di conservazione.

Oltre alle indicazioni pratiche per l'applicazione di questa strategia, il documento riporta anche alcuni casi studio che aiutano la comprensione dei concetti e dei protocolli illustrati, nonché un glossario dei termini e una ampia bibliografia scientifica.

2.2 Nomenclatura e definizioni

Le linee guida riportano una breve disamina dell'evoluzione dei concetti di specie e di razza e delle varie definizioni e revisioni che si sono susseguite nel tempo, tutte finalizzate a stabilire un ordine classificatorio appropriato.

Per entrambi i termini di specie e di razza non esiste, ad oggi, un'unica definizione condivisa e accettata.

Per quanto riguarda la razza, l'evoluzione della genetica delle popolazioni e la progressiva comprensione dei meccanismi della speciazione, portano oggi all'utilizzazione di concetti e di termini nuovi che, benché non ancora entrati completamente nel linguaggio comune, sembrano più adatti a distinguere individui della stessa specie con evidenti dimorfismi.

E' ormai opinione diffusa e condivisa che la razza non sia un'entità statica, bensì in continua evoluzione e che abbia caratteristiche morfologiche e funzionali che sono soggette a variazioni sotto l'azione selettiva dell'uomo e delle condizioni ambientali di allevamento. Le razze domestiche, benché geneticamente pure per un certo numero di caratteri, sono in realtà delle "popolazioni" più o meno numerose che presentano, al loro interno, un rilevante grado di variabilità genetica e quindi una serie di genotipi diversi, benché affini dal punto di vista della manifestazione dei caratteri. In generale, perciò, a medesimi fenotipi possono corrispondere, genotipi diversi; e viceversa.

Il termine di "popolazione", affiancato a quello di razza, designa un gruppo di soggetti (detti "biotipi") più o meno dissimili fra loro, tanto da presentare sempre una certa variabilità morfologica e fisiologica. La popolazione, come la razza e ogni gruppo subspecifico, è composta da individui più o meno diversi, ma continua nello spazio e per tempi anche lunghissimi.

Da quanto esposto è facile intuire che, tra le specie domestiche, non esistono "razze pure" in senso genetico, e nel linguaggio comune si ritengono tali quelle dotate di un certo numero di caratteri che si trasmettono con una certa fedeltà. Quando essi sono dovuti a geni principali o mendelliani, la fissazione sarà maggiore; quando si tratta di caratteri poligenici o quantitativi (es. dimensioni, produzioni, etc.), spesso si manifesterà un certo grado di variabilità.

A cause delle difficoltà di giungere a una definizione unica e condivisa di "razza", nelle linee guida si è optato per accettare la definizione proposta dalla FAO: "Ciascun sottogruppo specifico di animali domestici con caratteristiche esteriori definibili e identificabili che ne consentono la separazione mediante un approccio visivo, da altri gruppi definiti in modo simile, all'interno della medesima specie, o un gruppo di animali domestici che l'isolamento geografico e/o culturale da gruppi fenotipicamente diversi ha portato ad una loro identità separata e accettata". Questa definizione permette di unire, sotto un unico ambito descrittivo, sia le razze evolute e sottoposte a controlli genetici accurati, che quelle sostanzialmente frutto di una evoluzione libera da vincoli zoognostici.

2.3 Caratterizzazione morfologica e molecolare delle razze

La descrizione e la caratterizzazione delle razze e delle popolazioni, sia dal punto di vista morfologico che genetico, è un requisito essenziale e necessario per la successiva scelta delle strategie e delle tecniche di conservazione.

Per quanto riguarda gli strumenti di descrizione e di identificazione delle razze, il documento fa riferimento - per quelle riconosciute e iscritte - agli standard presenti nei Libri Genealogici e nei Registri Anagrafici.

Per il riconoscimento delle popolazioni presenti sul territorio nazionale non ascrivibili a razze definite, nelle linee guida viene proposto l'uso di descrittori sia morfologici che molecolari.

Per quanto riguarda i primi, si è optato per una metodologia piuttosto innovativa in zootecnia, di facile applicazione in campo e, per certi versi, simile a quella utilizzata nel campo vegetale. In un apposito elenco sono riportati, per ogni specie, sia descrittori "primari" che, in alcuni casi, "altri descrittori", o descrittori secondari, da utilizzare per approfondimenti in casi dubbi.

L'utilizzo dei descrittori morfologici è più economico e rapido di uno studio morfologico completo, permette un veloce inquadramento e una valutazione molto attendibile della risorsa genetica. Grazie alla loro versatilità, sono in grado di descrivere in modo esaustivo non solo popolazioni con forte grado di variabilità, come le policrome, ma anche le razze-popolazione diffuse in ambiti dove la selezione è solo parzialmente indirizzata dall'uomo o non risponde a precisi schemi codificati.

Oltre all'uso dei descrittori morfologici, le linee guida suggeriscono anche la ricerca di informazioni di carattere culturale, demografico e geografico per completare la descrizione della risorsa genetica in esame.

A questa prima fase di "campo" deve sempre seguire una caratterizzazione di tipo genetico.

Con lo sviluppo delle tecniche di biologia molecolare oggi è possibile descrivere e quantificare accuratamente la variabilità genetica (circa il 50% della variabilità genetica entro specie è attribuibile alla diversità genetica tra le razze/popolazioni, ed è statisticamente descritta in termini di varianza genetica tra ed entro razza), nonché stabilire la somiglianza tra animali entro e tra razze/popolazioni.

Nelle linee guida sono riportati i principali tipi di marcatori molecolari da utilizzare negli studi di genetica (RFLP - *Restriction Fragment Length Polymorphisms*, VNTR - *Variable Number of Tandem Repeats*, di cui fanno parte i microsatelliti o STR - *Short Tandem Repeats* o SSR - *Simple Sequence Repeats*, e i minisatelliti, gli AFLPs - *Amplified Fragment Length Polymorphisms*, gli STS - *Sequence Tagged Site*, gli SNPs - *Single Nucleotide Polymorphisms*, e i polimorfismi del DNA mitocondriale (mtDNA) nella regione D-loop o Controllo), nonché i principali database attualmente disponibili.

L'utilizzo dei marcatori molecolari consente di stimare i parametri di diversità e l'"*admixture*" entro e tra razze o popolazioni, di delineare gli habitat geografici delle razze, di ottenere informazioni filogenetiche sulle relazioni evolutive e sui centri di origine, le modalità di addomesticazione e le vie di migrazione. Inoltre, i marcatori molecolari possono essere adoperati per scopi di utilità pratica, tra cui: misurare il grado di parentela tra i soggetti e verificarne la paternità (specie in assenza di informazioni di pedigree), supportare il miglioramento genetico assistito da marcatori, sviluppare e definire il concetto di



tracciabilità genetica o molecolare. Da quest'ultimo obiettivo è scaturita la problematica dell'attribuzione di un dato individuo ad una specifica razza o popolazione. I principi generali su cui si basa tale attribuzione possono essere ricondotti ai principi dell'analisi di parentela, e per l'identificazione degli animali, i marcatori per i quali vi sono oggi le prime applicazioni sono i microsatelliti, ma in futuro è probabile l'impiego degli SNPs con caratteristiche che possono essere sfruttate per una completa automazione dell'analisi del DNA.

In generale le linee guida sottolineano che, allo stato attuale delle conoscenze, l'impiego dei marcatori molecolari fa riferimento a studi filogenetici tendenti a definire il grado di variabilità genetica entro razza e tra razze, alla individuazione delle distanze genetiche e quindi a quantificare la biodiversità tra razze e/o popolazioni entro specie. In tale ottica vanno utilizzate le indicazioni contenute nel documento.

2.4 Strategie di conservazione

Fino ad oggi, la risposta dell'Europa alla necessità e al dovere di salvaguardare le razze domestiche è stata l'adozione di una strategia di conservazione basata prevalentemente sul loro grado di minaccia e applicata mediante l'erogazione di incentivi per il loro allevamento. Pur essendo molto semplice e intuitiva, questa strategia (nota come "strategia del rischio") è stata talora criticata perché non definisce obiettivi precisi di conservazione, non valorizza efficacemente il ruolo delle razze locali e non utilizza in modo ottimale le sempre più scarse risorse umane e finanziarie.

Il nuovo approccio alla conservazione delle risorse genetiche animali proposto nel documento parte dal presupposto fondamentale che, per impostare una politica nazionale di salvaguardia delle risorse genetiche animali e per l'avvio di nuovi progetti di conservazione, sia innanzitutto necessario realizzare una banca dati delle razze autoctone (identificate secondo i criteri e le procedure precedentemente definite) e definire con precisione uno o più obiettivi di conservazione specifici per ciascuna razza in base al loro grado di minaccia e alle loro caratteristiche.

Secondo le linee guida, infatti, gli obiettivi primari della conservazione restano la salvaguardia della diversità genetica e la diminuzione o l'azzeramento del rischio di estinzione di tutte le razze allevate. Contemporaneamente, è però necessario migliorare o massimizzare l'utilità derivante dal loro impiego, fino a giungere all'auto-sostentamento economico-produttivo.

Viste le caratteristiche spesso molto diverse delle razze appartenenti a una determinata specie, tale risultato è ottenibile solo identificando più obiettivi di conservazione in funzione dei caratteri e delle caratteristiche specifiche di ciascuna di esse.

La nuova strategia proposta nel documento richiede un'apposita "funzione dei costi" che consideri sia il costo di conservazione, ovvero il rapporto tra costi marginali e ritorni marginali in termini di "diversità" delle attività di conservazione intraprese che il ritorno marginale in termini di "utilità" economica, ambientale, scientifica, sociale o culturale derivante dall'allevamento delle razze locali.

Dal punto di vista concettuale e sistematico, l'adozione di questa strategia di conservazione (detta "strategia della massima utilità") è senz'altro la più indicata per le future scelte delle razze da conservare.

L'uso di questa strategia richiede, innanzitutto, la definizione di specifici obiettivi

di conservazione per ciascuna razza minacciata di erosione genetica o di estinzione. Per fare ciò, è necessario sia acquisire quante più possibili informazioni sulle razze da salvaguardare che, in molti casi, ipotizzare scenari futuri nei quali esse potranno trovare una collocazione e un utilizzo proficui.

Spesso queste informazioni sono oggi incomplete, se non addirittura inesistenti, e ciò può costituire un vincolo all'uso di questa strategia; ma, al tempo stesso, queste carenze sono anche uno stimolo ad approfondire la ricerca su tutte quelle razze locali ancora oggi poco studiate.

2.5 Obiettivi di conservazione

La “strategia della massima utilità” è senz'altro la risposta più efficace al problema della salvaguardia della biodiversità animale in agricoltura, non solo per il conseguimento di precisi obiettivi di conservazione, ma anche in termini di allocazione delle risorse umane e finanziarie disponibili, che in futuro saranno presumibilmente sempre più scarse. Lo stato di rischio continuerà ad essere il primo e più importante parametro da considerare nella scelta delle razze da salvaguardare, ma ad esso – come già detto precedentemente - dovrà necessariamente affiancarsi una differenziazione di obiettivi di conservazione in funzione delle caratteristiche intrinseche di ogni razza. E' solo in base ad esse, infatti, che è possibile individuare quali razze siano “prioritarie” per un determinato obiettivo di conservazione.

Le linee guida riportano e descrivono sinteticamente 6 obiettivi di conservazione per le varie razze a rischio di estinzione; l'elenco è esemplificativo: altri obiettivi possono infatti essere individuati e/o descritti con maggiore dettaglio. .

Tra questi:

1) Soddisfare la domanda attuale e futura del mercato.

E' il primo obiettivo che giustifica la conservazione di una razza locale, ed è particolarmente urgente in Europa e in Italia, dove gli sforzi per la conservazione della diversità genetica animale sono rivolti prioritariamente a soddisfare una domanda non solo sempre più ampia e diversificata di prodotti di origine animale, ma anche molto variabile nel tempo a seconda dei cambiamenti dei mercati e dei gusti dei consumatori.

2) **Fronteggiare i cambiamenti dei processi produttivi.** Poiché i moderni sistemi produttivi si basano su input/output molto elevati che mostrano evidenti sintomi di insostenibilità ambientale e/o economica, mantenere un'ampia base di variabilità genetica garantisce agli allevatori una “assicurazione” contro possibili situazioni sfavorevoli alle razze oggi maggiormente diffuse, o per adattarsi a cambiamenti nei sistemi produttivi.

3) **Offrire opportunità alla ricerca scientifica.** Lo studio delle razze locali offre una insostituibile opportunità per il mondo scientifico e la conoscenza delle loro caratteristiche costituisce un obiettivo di conservazione molto importante per realizzare, ad esempio, nuovi incroci o isolare caratteri qualitativi e quantitativi di interesse economico

4) **Valorizzare il ruolo socio-economico attuale e futuro.** Spesso le razze locali sono in grado di sostenere microeconomie locali grazie al valore dei prodotti ottenuti, e a garantire la presenza dell'uomo in aree marginali.

5) **Salvaguardare il valore storico e culturale.** Molte razze riflettono una lunga storia di simbiosi con l'uomo e sono parte di tradizioni locali spesso abbandonate. Anche se di



difficile quantificazione, il ruolo storico e culturale di una razza è diventato recentemente un importante obiettivo di conservazione, soprattutto in quei Paesi ricchi di tradizioni popolari.

6) **Salvaguardare il valore ecologico e ambientale.** Il mantenimento di tecniche di allevamento di molte razze locali è essenziale per la salvaguardia e la manutenzione di molto paesaggi e ambienti seminaturali. Come per il precedente obiettivo, anche questo può risultare di difficile quantificazione, ma è ormai ritenuto di grande importanza in molti Paesi del mondo.

2.6 Razze prioritarie

La scelta delle razze meritevoli di salvaguardia avviene innanzitutto attraverso la conoscenza del loro grado di rischio; è infatti sottinteso che il fine ultimo di ogni programma di conservazione sia l'arresto delle estinzioni.

Esistono diversi criteri di valutazione del grado di rischio di una razza. Nelle linee guida si fa riferimento alla classificazione proposta dalla FAO ("Secondary guidelines for development on National farm animal genetic resources management plans", 2003), che individua 7 categorie: estinta, critica, critica conservata, minacciata, minacciata conservata, non a rischio, stato sconosciuto.

La classificazione si basa sulla dimensione complessiva della popolazione, sul numero di femmine riproduttive e sul trend della popolazione (in aumento, stabile o in decremento).

Con l'applicazione della strategia della massima utilità, ogni singola razza a rischio è "prioritaria" per il conseguimento di uno o di alcuni obiettivi di conservazione, ma non di altri.

L'individuazione di queste razze ("razze prioritarie") dipende dai loro caratteri e dalle loro caratteristiche.

Il documento elenca quelle principali, ma altre possono essere prese in considerazione.

1) **Adattabilità all'ambiente.** La salvaguardia delle razze che si sono adattate a specifici ambienti di allevamento è prioritaria se l'obiettivo di conservazione è, ad esempio, quello di avere animali in grado di far fronte a futuri sistemi produttivi che prevedano l'allevamento in condizioni ambientali non controllate, o quello di avere animali con funzione "ecologica" o di mantenimento di particolari paesaggi agrari. Benchè difficile da esprimere in termini puramente economici, l'adattabilità all'ambiente riveste un ruolo importantissimo, soprattutto alla luce della sempre maggiore richiesta di "sostenibilità" dei sistemi zootecnici.

2) **Importanza economica.** È il parametro oggi maggiormente utilizzato per giustificare la conservazione di una razza a rischio, e dipende da caratteri di importanza attuale (ad esempio: alta fertilità, elevato indice di conversione degli alimenti, elevata qualità dei prodotti, resistenza a malattie, etc.), e/o da caratteri di importanza futura. Poiché la domanda di prodotti di origine animale è destinata ad aumentare, per il futuro si prefigura senza dubbio una maggiore competitività di alcune razze attualmente poco diffuse. La stima del valore economico futuro di una razza è però più difficile rispetto alla valutazione del valore economico attuale e si può fare solo attraverso la simulazione di diversi scenari

produttivi tra 10, 50 o più anni. Il documento riporta alcuni esempi tratti dalla bibliografia scientifica che illustrano metodi di valutazione economica delle razze basati su ipotetici mercati futuri.

3) **Unicità di uno o più caratteri.** Alcune razze potrebbero essere prioritarie per conseguire determinati obiettivi di conservazione in virtù delle loro caratteristiche comportamentali, fenotipiche o fisiologiche, che possono dipendere da un singolo gene o da un effetto poligenico. Oltre ad avere un'importanza economica attuale o futura, tali caratteri potrebbero essere di grande interesse scientifico: conservare queste razze significa infatti avere a disposizione materiale di studio per future ricerche, i cui risultati potranno trovare applicazione nei settori più diversi.

4) **Valore storico e culturale.** E' un valore difficile da quantificare ma particolarmente importante nelle società dove l'agricoltura e la zootecnia hanno subito grandi cambiamenti rispetto al passato. Questo valore può generare reddito qualora opportunamente valorizzato come risorsa turistica; più spesso, però, la sua salvaguardia richiede un intervento finanziario, che generalmente solo i Paesi a reddito elevato possono sostenere. Il documento riporta una metodologia che consente di stimare il valore storico e culturale di una razza.

5) **Unicità genetica.** Salvare razze geneticamente distanti è importante per conservare i diversi alleli e le diverse combinazioni geniche che le caratterizzano e che si manifestano attraverso caratteri che in futuro potrebbero rivelarsi utili. La "storia genetica" della maggior parte delle razze allevate in Italia può essere stimata con studi basati su microsatelliti o altre tecniche.

2.7 Tecniche di conservazione

Definiti gli obiettivi di conservazione e scelte le razze "prioritarie" per ciascuno di essi, i programmi di conservazione, recupero e valorizzazione devono essere avviati con le tecniche più idonee in funzione delle risorse disponibili.

Le tecniche di conservazione delle risorse genetiche animali si dividono in due categorie: *in situ* ed *ex situ*.

La conservazione *in situ* consiste nell'allevamento di una razza locale a fini produttivi nel suo agro-ecosistema di origine, o di evoluzione e presenza attuale. Con questa tecnica si possono avviare piani di selezione che hanno come obiettivo sia l'incremento numerico della popolazione che il miglioramento della produttività, mantenendo però la variabilità genetica della razza.

Il parametro da considerare con attenzione è la grandezza effettiva della popolazione, di cui le linee guida forniscono indicazioni per il calcolo.

Nel documento sono riportati alcuni casi di razze conservate *in situ*, sia in Italia che all'estero; per quanto riguarda l'Italia, le linee guida elencano alcuni esempi di conservazione *in situ* basati sul Registro Anagrafico delle razze di Mammiferi. Il documento rimanda alla consultazione dei siti web di AIA, ANAS, AssoNaPa, ANCI o dei siti web regionali per avere una illustrazione dettagliata e aggiornata delle attività in corso.

Viene altresì sottolineato il ruolo fondamentale svolto sinora da allevatori e pastori, grazie ai quali sono giunte sino ad oggi le numerosissime razze autoctone e che anche in futuro saranno i veri protagonisti della conservazione e della valorizzazione delle risorse genetiche animali.



La tecnica di conservazione *ex situ* prevede due possibilità: la conservazione *ex situ* - in vivo e la crioconservazione.

Con la prima, gli animali sono allevati in condizioni ambientali diverse da quelle di origine oppure in aree diverse da quelle tipiche (inclusi zoo, parchi agricoli, etc.).

Le differenze tra conservazione *in situ* ed *ex situ* - *in vivo* sono, in molti casi, poco definite. Le due tecniche differiscono comunque per la loro efficacia, ai fini del conseguimento degli obiettivi di conservazione.

La crioconservazione avviene invece attraverso la conservazione di materiale genetico refrigerato (cellule aploidi: materiale seminale, ovuli; cellule diploidi: embrioni; sequenze di DNA).

Anche se oggi esiste un ampio consenso sulle tecniche *in situ*, quelle *ex situ* o la crioconservazione sono in molti casi uno strumento potente e sicuro per la salvaguardia delle risorse genetiche animali. E' quindi ragionevole far sì che ci sia sempre un'integrazione tra le due tecniche, ovvero che quelle *ex situ* siano sempre complementari a quelle *in situ*. Le prime, infatti, non offrono da sole opportunità di sviluppo socio-economico degli allevatori, perché richiedono l'allontanamento degli animali dalle zone di origine; le popolazioni allevate *ex situ* sono poi generalmente poco numerose rispetto a quelle *in situ* e maggiormente esposte a deriva genetica; infine, la crioconservazione "congela" anche i naturali processi evolutivi di una razza.

Qualunque sia la tecnica scelta (*in situ*, *ex situ* o una loro combinazione), è necessario garantire il mantenimento della maggiore variabilità genetica all'interno della razza, soprattutto se di piccole dimensioni e con forte rischio di consanguineità e di perdita di variabilità genetica.

Per cercare di rallentare, per quanto possibile, gli effetti deleteri della consanguineità, il documento rimanda ad alcuni "modelli di gestione genetica", che prevedono la massimizzazione del numero effettivo di popolazione, la minimizzazione della parentela fra i riproduttori e la pianificazione degli accoppiamenti, nonché ad alcuni schemi di calcolo della consanguineità e di accoppiamento delle razze a scarsa numerosità.

2.8 Verso una banca nazionale del germoplasma animale

Il documento fornisce alcune indicazioni generali e un supporto tecnico-scientifico per i decisori politici in vista di un futuro piano nazionale di crioconservazione delle risorse genetiche animali. In un apposito capitolo, che rimanda alle "Guidelines for cryoconservation of animal genetic resources" della FAO (2011), sono illustrati i passaggi necessari per conseguire gli obiettivi di una banca del germoplasma animale, ovvero il "back up" delle popolazioni conservate in vivo in caso di sopraggiunti problemi genetici, la ricostruzione di razze estinte o allo stato di reliquia, la creazione di nuove linee/razze in caso di estinzione, il riorientamento dell'evoluzione o della selezione di una popolazione, la ricerca e la sperimentazione.

Nel documento si sottolinea che la realizzazione di una banca nazionale del germoplasma animale dovrà necessariamente coinvolgere tutti gli stakeholders interessati: dalle Associazioni di allevatori alle ONG di settore, dalle compagnie e Enti privati responsabili dei programmi di gestione di alcune razze alle Università e gli Enti di Ricerca fino alle scuole.

Le politiche generali, le priorità e le strategie di conservazione dovranno essere definite da un Comitato Nazionale operante all'interno di un Piano Nazionale di Crioconservazione delle risorse genetiche animali, la cui attuazione è demandata a uno specifico comitato di gestione della banca del germoplasma, che provvede anche al coordinamento degli stakeholders, alla scelta delle razze prioritarie in funzione degli obiettivi di conservazione, allo sviluppo del database dei donatori, all'analisi costi/benefici delle scelte programmate e a tutte le attività necessarie al conseguimento degli obiettivi di conservazione.

Per quanto riguarda la ricerca dei finanziamenti, il documento suggerisce di effettuare un'analisi costi/benefici (futuri) che giustifichino dal punto di vista economico l'avvio della banca.

Infine, a livello pratico, il documento elenca alcuni passaggi operativi, quali l'identificazione del tipo (seme, embrioni, oociti, cellule somatiche, etc.) e della quantità di materiale da conservare, la necessità di integrazione in un contesto internazionale della banca del germoplasma animale al fine di evitare la conservazione di materiale identico in Paesi diversi, le priorità entro e tra le razze, la possibilità di avere più siti di stoccaggio, e i parametri temporali.

2.9 Indicazioni pratiche

Nella parte finale del documento vengono riportati, attraverso due diagrammi di flusso, le procedure decisionali da applicare sia a gruppi di animali o popolazioni in situazione "critica" o "minacciata" secondo la classificazione FAO, ma non ancora riconducibili a razze riconosciute, e sia a razze o popolazioni riconosciute e appartenenti alle medesime categorie di rischio FAO.

La prima fase consiste nella valutazione morfo-funzionale degli animali, che viene effettuata mediante utilizzo dei descrittori morfologici elencati nelle linee guida, e nella ricerca di informazioni di tipo storico, iconografico, gestionale, folkloristico attraverso la consultazione di diverse fonti documentali.

L'esito di questa prima fase consente di stabilire se la popolazione risponde o meno alla definizione di "razza" adottata in queste linee guida, ovvero se è ascrivibile o meno a una o più razze o popolazioni locali e non estere.

Successivamente si procede con l'analisi genetica mediante descrittori molecolari (marcatori microsatelliti e/o SNPs) per accertare se una razza è discriminabile da altre.

Se i risultati di questa fase evidenziano un unico cluster, la conservazione della popolazione oggetto di indagine non trova giustificazione scientifica.

In caso contrario, si procede con una indagine sulla distribuzione territoriale della popolazione. Numerosità e distribuzione territoriale degli animali sono parametri utili non solo per la successiva scelta delle tecniche di conservazione, ma anche per avviare il coinvolgimento diretto e consapevole di uno o più allevatori nel programma di salvaguardia ("allevatori custodi").

Le fasi successive riguardano la scelta della strategia e delle tecniche di conservazione.

Per le razze/popolazioni in situazione "critica" e di cui non sono ancora note le principali caratteristiche, l'obiettivo prioritario di conservazione è esclusivamente l'incremento numerico dei capi, e in particolare dei riproduttori. Il passaggio alla "strategia della massima utilità" e l'individuazione di obiettivi specifici di conservazione avverrà solo quando la

razza o la popolazione avrà raggiunto un numero di capi adeguato (da razza in situazione “critica” a razza “minacciata”) e saranno note tutte – o gran parte - le sue caratteristiche.

La scelta delle tecniche di conservazione per le razze/popolazioni in situazione “critica” dipenderà dalla numerosità e dalla distribuzione territoriale dei capi, nonché dalla possibilità di un coinvolgimento attivo degli allevatori nei programmi di salvaguardia (“allevatori custodi”).

Il documento consiglia, ove possibile, l’abbinamento di tecniche di conservazione *in situ* ed *ex situ* propriamente dette o *ex situ* mediante crioconservazione, soprattutto nel caso di animali allevati in una o poche aziende.

Per le razze o popolazioni “minacciate”, oltre a un auspicabile incremento numerico dei capi, è invece possibile da subito individuare uno o più obiettivi specifici di conservazione in funzione delle loro caratteristiche e numerosità, applicando in tal modo la “strategia della massima utilità”.

Per questi animali saranno scelte prevalentemente tecniche di conservazione *in situ* per giungere rapidamente all’auto-sostentamento economico-produttivo della razza o popolazione oggetto di intervento.

Con l’applicazione della strategia della massima utilità saranno individuate le “razze prioritarie” per uno o più specifici obiettivi di conservazione; questo passaggio avviene attraverso la risoluzione di una semplice matrice “obiettivi di conservazione x caratteristiche della razze”.

Il documento riporta, a titolo esemplificativo, una matrice 6 x 5, con 6 obiettivi di conservazione e 5 caratteristiche di razza. La matrice evidenzia che una razza può avere caratteristiche utili per conseguire uno o più obiettivi di conservazione, ovvero che le stesse sono di scarso o di nullo interesse per altri.

Il grado di precisione della matrice può migliorare se, per ogni razza, si possono utilizzare indici numerici (o percentuali) per definire il “peso” di ciascuna caratteristica per ogni obiettivo.

Applicando la strategia della massima utilità e risolvendo per ogni razza questa matrice, si evita di finanziare un generico progetto di conservazione di tutte le razze minacciate in un determinato territorio a favore di più progetti di salvaguardia destinati a quelle razze che risultano “prioritarie” per gli obiettivi di conservazione prescelti.

2.10 Casi studio e glossario

Per facilitare l’applicazione delle strategie e dei protocolli operativi illustrati nelle linee guida e per una migliore comprensione dei concetti e dei termini impiegati nel testo, il documento riporta alcuni casi studio e un glossario.

Il primo caso studio illustra quali possono essere le difficoltà nella definizione del concetto di razza attraverso i risultati di una indagine sulle razze ovine delle Regioni Toscana ed Emilia Romagna censite attraverso le fonti documentali disponibili. Nel testo si evidenzia come le diverse denominazioni di razza utilizzate in passato potevano differire da località a località, nonché numerosi esempi di sinonimia.

Sulla possibilità di ridurre l’inbreeding e di controllare la deriva genetica, il documento riporta, nel secondo caso studio, i risultati ottenuti nell’ambito di un progetto sulla

razza caprina Girgentana, che ha evidenziato nell'impiego di biotecnologie di base, come l'inseminazione artificiale, e nell'ampliamento dell'intervallo di generazione, le soluzioni più idonee.

Un esempio di misura delle distanze genetiche è riportato nel terzo caso studio, che riporta i risultati di una indagine svolta su 5 differenti razze ovine presenti in Sicilia e la cui origine è nota essere comune; il caso studio dimostra il potere discriminante dei parametri e dei metodi descritti nelle linee guida.

La ripresa dell'allevamento della razza bovina Varzese-Tortonese-Ottonese da parte di un gruppo di allevatori è portata come esempio di passaggio dalla "strategia del rischio" alla "strategia della massima utilità" nel quarto caso studio. Il testo riassume le recenti iniziative messe in atto dagli allevatori per il recupero numerico di questa razza locale attraverso la valorizzazione del latte e della carne in due ambiti territoriali distinti e caratterizzati da una domanda differenziata.

Nell'ultimo caso studio vengono infine riportate alcune esperienze estere di recupero di razze locali, realizzate su base morfologica (la razza bovina Bordelaise), su base etnica (la razza bovina Béarnaise), su base attitudinale (la razza bovina Blue du Nord), su base numerica (la razza bovina Lourdaise) e su base territoriale (la razza bovina Saonoise).

SINTESI DELLE LINEE GUIDA PER LA CONSERVAZIONE DELLE RISORSE GENETICHE MICROBICHE DI INTERESSE PER L'AGRICOLTURA

3.1 Presentazione delle linee guida per la conservazione delle risorse genetiche microbiche di interesse per l'agricoltura.

Il presente documento ha come obiettivo principale quello di fornire linee guida alla conservazione della biodiversità microbica di interesse agrario per i due comparti principali inerenti gli alimenti e la fertilità del suolo. Su decisione del GIBA verte unicamente sui microrganismi utili escludendo tutti gli aspetti fitosanitari e patologici per i quali verranno elaborate linee guida separate.

Si tratta di un documento di rigore scientifico, ma operativo, per consentire agli addetti del settore di predisporre azioni sul territorio volte alla conservazione delle risorse genetiche microbiche. In campo agrario la conservazione delle risorse genetiche microbiche investe aspetti fondamentali come la della fertilità del suolo, senza la quale nulla potrebbe essere coltivato e conservato. La fertilità del suolo rappresenta il nodo centrale per preservare la biodiversità e la vita dell'intero pianeta.

Conservare i microrganismi di rilievo alimentare significa proteggere i prodotti tipici nazionali e tutta la tradizione enogastronomica italiana.

Nel documento si forniscono strumenti operativi gerarchici quali marcatori morfologici o marcatori pratici, fenotipici e molecolari. Si forniscono inoltre protocolli operativi per la conservazione *in situ* ed *in factory*, nonché per il campionamento e la conservazione *ex situ*.

Il documento infine presenta dei casi studio quale esempio applicativo dei protocolli suggeriti.

Il documento consta di sei capitoli: (I) definizione del concetto di specie per il comparto microbico, (II) descrizione dei marcatori morfologici, obiettivi e molecolari, (III) descrizione delle metodologie analitiche da utilizzare nella caratterizzazione e isolamento dei microrganismi, (IV) protocolli di conservazione *in-situ*, *ex-situ*, *on farm*, *in factory*; (V) definizione del rischio di erosione genetica, (VI) note conclusive e raccomandazioni.

3.2 Importanza delle risorse genetiche microbiche.

Nel caso dei microrganismi di interesse agrario essi svolgono un ruolo chiave sia nella produzione di cibo (fertilità del suolo, nutrizione delle colture, biocontrollo, biofertilizzazione) che nei riguardi della conservazione delle derrate alimentari (tossine e patogeni), che nella produzione di alimenti trasformati (latte e formaggi, vino, olio, ecc), pertanto la

loro presenza e la loro biodiversità è funzionale al sostentamento degli organismi viventi sulla terra. Nello studio della diversità biologica (biodiversità) le teorie ecologiche sono sempre state sviluppate essenzialmente per gli ecosistemi presenti sulla superficie del suolo, trascurando per lungo tempo tutte quelle forme di vita che sono presenti all'interno di esso, in particolare i microrganismi, che rappresentano una enorme quantità di "vita invisibile" di fondamentale importanza per l'intera vita sulla terra. Infatti la popolazione microbica rappresenta la parte più rilevante della biomassa del suolo, ed è quella che maggiormente influisce sulle sue proprietà biologiche, regolando tutti i processi biochimici che ne determinano le funzioni nutrizionali.

E' difficile definire e soprattutto "misurare" la diversità microbica del suolo poichè a causa di molteplici motivi, basti pensare alla definizione classica di diversità biologica e la sua suddivisione in diversità "ecosistemica, di specie e genetica" attribuita ad animali e piante, essa può essere estesa anche ai microrganismi del suolo, ad eccezione però della definizione di diversità di specie in quanto non applicabile ad organismi che si riproducono per via asessuata come batteri e virus. La diversità microbica è quindi comunemente definita in termini di richness, ovvero il numero degli individui appartenenti a diversi "gruppi" detti taxa, e di evenness cioè alla loro distribuzione all'interno dei taxa stessi.

La composizione delle comunità (cioè l'insieme delle specie microbiche presenti in un dato ambiente) può variare nel tempo in conseguenza dei cambiamenti che si verificano nel microambiente o per azione dei microrganismi che ne fanno parte (o di quelli che vi vengono immessi) e/o a causa di variazioni climatiche, topologiche, biochimiche e antropologiche. Inoltre molti microrganismi possono mantenere la medesima composizione all'interno di una comunità, ma modificare alcuni processi metabolici con conseguenze a livello funzionale ed ecologico. Questa visione comporta anche una correlazione degli individui alla loro funzione, associando lo studio della singola cellula con quelli genomici e proteomici. Ai microrganismi vengono perciò applicate anche le più moderne teorie evoluzionistiche che correlano la variabilità e le capacità adattative che consentono al patrimonio genetico delle singole specie di evolversi progressivamente e quindi sopravvivere ai cambiamenti che possono intervenire nell'ambiente.

Nel caso della biodiversità microbica legata alle produzioni di alimenti le osservazioni che sono state riportate sopra per i microrganismi del suolo non sono molto dissimili, fatta eccezione nel fatto che il substrato su cui vengono a svilupparsi le comunità microbiche è in sostanza molto più semplice del suolo e funge da substrato colturale, anche se, soprattutto nel caso di processi di trasformazioni quali la produzione di formaggi o di vino è possibile incorrere in problematiche simili alla non coltivabilità e coltivabilità dei microrganismi del suolo.

Per gli alimenti lo studio della biodiversità microbica dovrà essere svolto alimento per alimento e non potrà mai essere derivato per categorie di alimenti e questo ovviamente provoca una oggettiva difficoltà legata alla mole di lavoro di caratterizzazione che si dovrà affrontare nell'esame di un determinato prodotto legato ad un determinato territorio.

3.3 Concetto di specie

La definizione del concetto di specie è uno degli argomenti più dibattuti di tutta la biologia. Attualmente esistono oltre venti definizioni basate su criteri e concezioni affatto diverse. La scelta di una definizione comporta differenze sostanziali nella suddivisione e catalogazione della biodiversità e impone strumenti analitici e statistici o filogenetici diversi a seconda dei criteri di specie adottata.



Per quanto concerne i microrganismi:

- La biodiversità viene definita in base al numero delle specie e quindi la specie è a buon diritto considerata l'unità base della biodiversità.
- I rischi di estinzione sono normalmente associati alle specie e non ai loro componenti, per questo è fondamentale definire correttamente o, perlomeno in maniera condivisa, un concetto di specie che permetta di capire se erosione ed estinzione riguardino raggruppamenti specifici o sub-specifici.
- La definizione di specie implica concetti, quali quello evolutivo, che debbono essere il più possibile coerenti con le attuali conoscenze biologiche e generali.
- Nel caso di microrganismi la definizione di specie è spesso associata ad una tecnica o ad una strategia per l'identificazione. Rapidità, riproducibilità ed economicità di tali procedure sono critiche per rispondere alla duplice necessità di poter identificare accuratamente e, al tempo stesso, di poter effettuare molte identificazioni nei tempi disponibili.
- Particolarmente importante per la microbiologia è la possibilità che il concetto di specie e la corrispondente tecnica analitica possano permettere l'identificazione anche di organismi vitali ma non coltivabili (VNC). Il fatto che la biodiversità isolata venga stimata fra l'1% ed il 10% fa pensare che la maggior parte della biodiversità sia appunto non coltivabile secondo le attuali procedure di laboratorio. Da qui la necessità che la tecnica di identificazione, coerente con il concetto di specie, sia applicabile anche al DNA di specie i cui ceppi risultino (VNC).

Da quanto sopra elencato risulta chiaro che il **concetto di specie microbica** da impiegare deve essere il frutto di una scelta ponderata e motivata notevolmente condivisa dalla comunità scientifica, facilmente applicabile e comprensibile per gli operatori e il più aderente possibile alle attuali conoscenze biologiche.

Il problema del concetto di specie microbiologica nasce dal fatto che il concetto di specie più diffuso e condiviso è il così detto **concetto biologico di specie** (CBS) che si basa sulla sessualità come unico sistema di riproduzione. Di fatto la stragrande maggioranza dei microrganismi conosciuti non sono in questa condizione per cui si impone la ricerca di un altro concetto di specie, diverso da quello impiegato per animali e piante. La scelta di un particolare criterio sarà presentata con le opportune motivazioni teoriche e pratiche, soprattutto intese a permettere di studiare la biodiversità in maniera rapida, accurata e, possibilmente, svincolabile dalla capacità di coltivare i microrganismi in laboratorio.

Baptiste e Boucher propongono che la tassonomia microbica debba classificare le unità evolutive composite (*composite evolutionary units*): associazioni integrate di elementi replicativi di basso rango tenute coese da meccanismi biologici. Tali unità evolutive sono composite perché composte da geni filogeneticamente diversi. Inoltre, queste unità evolutive operano a diversi livelli di organizzazione. Alcune possono essere parti di organismi, altre rappresentare l'intero organismo, e altre essere costituite da intere comunità microbiche sintrofiche. Le unità evolutive composite non sono specie nel senso comune, poiché gli individui non sono necessariamente organismi, ma geni, gruppi di geni e comunità microbiche

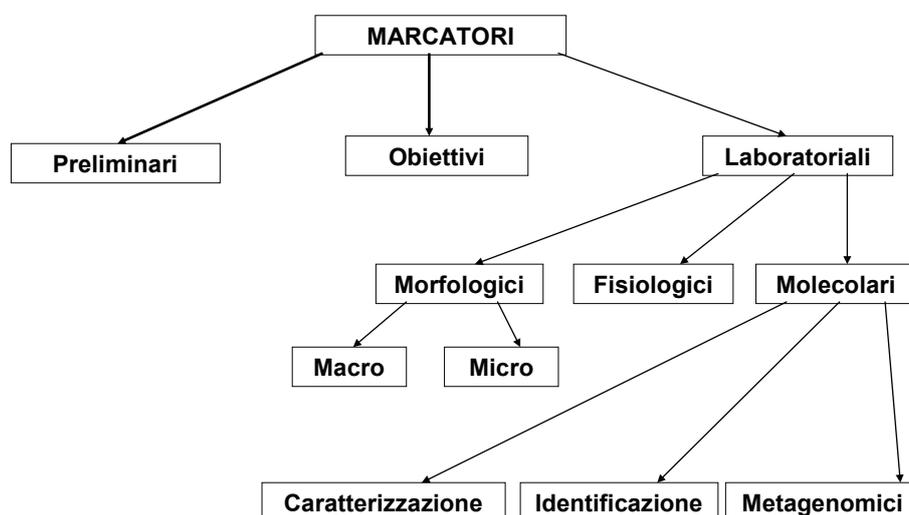


3.4 Marcatori

Le linee guida propongono possibili marcatori, utilizzabili per descrivere la biodiversità microbica di interesse ambientale e alimentare. Tali marcatori vengono presentati secondo il criterio “dal più semplice al più complesso” in modo da fornire un quadro completo possibile e tale da permettere analisi sequenziali, via via più articolate, della diversità microbica.

La raccolta di questi marcatori dovrebbe consentire a personale operativo nei vari settori agrario, ambientale ed alimentare di effettuare con sistemi rapidi e semplici una stima preliminare del livello di variabilità e diversità presenti in modo da indirizzare analisi, raccolte di campioni ed operazioni di salvaguardia o di valorizzazione. Nella Figura 1 viene rappresentata una gerarchizzazione di marcatori proposti nelle linee guida per la conservazione delle risorse genetiche microbiche.

Figura 1 - rappresentazione gerarchica dei marcatori utilizzati nella conservazione delle risorse genetiche microbiche



Per comodità espositiva viene riportata di seguito una classificazione di massima dei marcatori:

- A. **Marcatori preliminari:** sono quelli che consentono di individuare un sito o situazione potenzialmente interessante per la caratterizzazione e successiva conservazione della biodiversità di interesse agrario (es. Prodotto tipico, DOP etc, condizione colturale particolare, rotazioni tradizionali non comuni etc);
- B. **Marcatori obiettivi:** sono tutti quei parametri che consentono di evidenziare uno stato o caratteristiche che leghino un prodotto od un ambiente a dei processi metabolici microbici essenziali perché si determinino risultati univoci e caratteristici (ad esempio: qualità del prodotto alimentare, fertilità del suolo, prodotto tipico con caratteristiche peculiari, condizione ambientale non comune etc);
- C. **Marcatori laboratoriali.** sono tutti quelli rilevabili solo con accurate analisi in laboratorio e sono a loro volta distinti in:

- 1) **Marcatori macro e micro morfologici** (forma dimensione etc della colonia o della cellula). In particolare i Macromorfologici sono quelli che possono dare delle informazioni a livello visibile (es. colonie, patine etc.); mentre i Micromorfologici attengono alla dimensione e forma delle cellule e degli aggregati di cellule osservabili solo al microscopio.

Nel caso dei microrganismi del suolo è difficile, se non impossibile fornire dei marcatori morfologici sui microrganismi stessi a livello di campo sia per le dimensioni dei microrganismi stessi che non possono essere visti ad occhio nudo, che per il fatto che è molto difficile il loro isolamento e la loro coltivazione, pertanto a livello di osservazione di pieno campo verranno definiti nel caso del suolo “marcatori morfologici” tutto ciò che può essere osservato ad occhio nudo correlabile alla vita del suolo ed alle funzioni dei microrganismi, ma non si tratterà mai di microrganismi veri e propri.

Conservare la biodiversità a livello del suolo è una pratica che non può prescindere dalle buone pratiche agronomiche e di coltivazione. I microrganismi sono gli artefici principali del ciclo degli elementi nutritivi e della fertilità del suolo pertanto a livello di campo possono essere individuati dei marcatori obiettivi che vanno a correlarsi alle funzioni del suolo ed alla sua fertilità. Sono note pratiche agricole conservative o distruttive nei confronti della fertilità del suolo e della sua biodiversità ed è a questa che ci si deve riferire per una prima analisi di campo alla quale successivamente, se di interesse, dovranno essere affiancate misure di biodiversità. Possono essere considerati marcatori obiettivi a livello del suolo tutte quelle condizioni ambientali particolari che causano una specializzazione della popolazione microbica del suolo dovute a cause naturali endogene. Moltissimi marcatori obiettivi a livello del suolo potranno essere individuati dagli operatori. Tali marcatori potranno essere facilmente identificati nell'analisi della scheda di campagna. Infatti nelle note sarà cura di colui che andrà ad effettuare i campionamenti di annotare qualsiasi elemento possa essere ritenuto interessante.

- 2) **Marcatori fisiologici** (assimilazioni, fermentazioni, resistenze a condizioni stressanti etc.);
- 3) **Marcatori Molecolari** distinti in **Marcatori** per la **definizione** di specie e **Marcatori** utili alla **caratterizzazione**.

I marcatori molecolari hanno un'importanza determinante nello studio della biodiversità microbiologica. Possono essere distinti in quelli impiegati a livello di identificazione (determinazione di specie), di caratterizzazione (descrizione dei ceppi entro specie) o in meta genomici (analisi di popolazioni di genomi). Anche in questo caso è essenziale definire i marcatori in base ai gruppi microbici e sceglierli (o ordinarli) in base alla loro efficacia.

3.4.1 Classificazione dei marcatori molecolari in base alla loro funzione

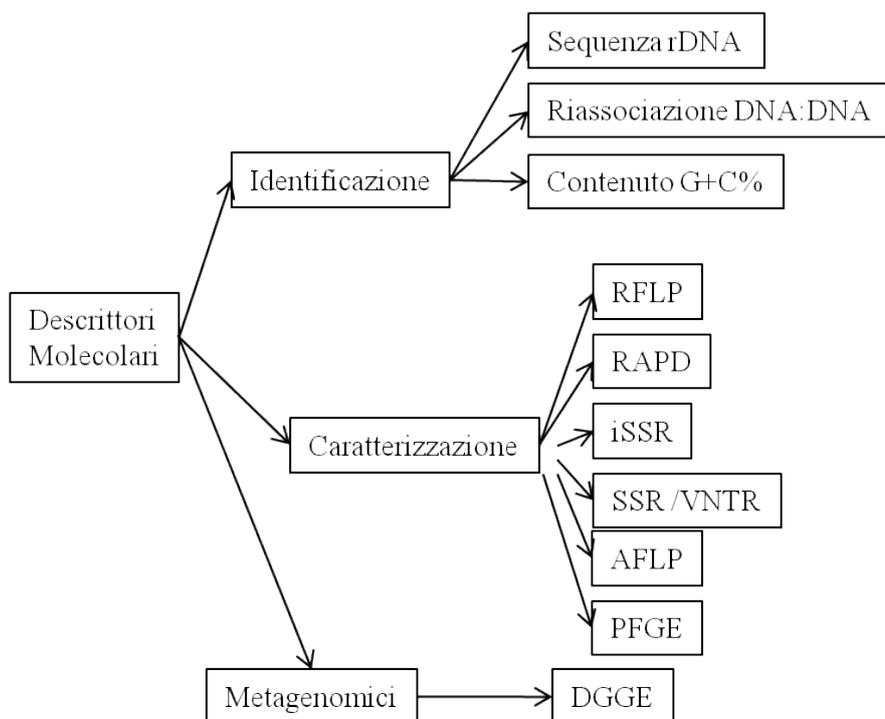
I marcatori laboratoriali sono stati descritti in base alla loro funzione, brevemente:

- **marcatori per la identificazione**, per determinare la specie cui associare i ceppi. Questi marcatori si basano sull'individuazione di sequenze specifiche come ad esempio per i microbi eucarioti la sequenza del dominio D1/D2 del gene 26S codificante per l'RNA ribosomale. Nei batteri invece si usa il gene corrispondente all'rDNA 16S.
- **marcatori per la caratterizzazione**, per descrivere i ceppi in dettaglio. Consentono di approfondire le distanze genetiche tra ceppi. Nelle linee guida vengono descritte diverse tecniche analitiche con un breve commento applicativo per ciascuna.



- **marcatori metagenomici**, sono quelli che permettono di descrivere le comunità microbiche, indipendentemente dalla possibilità di far crescere o meno i ceppi in condizioni di laboratorio

Figura 2 - Schematizzazione di marcatori molecolari



3.5 Metodologie (Protocolli standard)

Nelle linee guida vengono proposte differenti metodologie, microbiologiche e molecolari, per lo studio della biodiversità microbica nei vari ambiti e a seconda del livello di precisione richiesto. Le metodologie e le scelte comuni a microbiologia ambientale ed alimentare sono state trattate insieme, mentre sono state presentate separatamente le metodologie più specifiche. Questa parte del manuale presuppone la normale capacità tecnico-microbiologica, normalmente fornita dai vari corsi di laurea magistrali in materia biologica, agraria e biotecnologica. Le metodologie ampiamente trattate in appositi manuali e nelle raccolte dei metodi ufficiali non verranno presentate, ma se mai citate quando ritenuto necessario per una miglior comprensione delle metodologie stesse.

3.6 Linee guida per la conservazione dei microrganismi

Questa parte è il cuore delle linee guida infatti vengono qui forniti i criteri per le tre strategie fondamentali per la conservazione della biodiversità microbiologica di interesse agroalimentare ed ambientale con un'analisi critica delle motivazioni per adottarle. Particolare cura è stata prestata agli effetti delle varie forme di conservazione sulla struttura genetica dei materiali conservati.

3.7 Analisi critica dei sistemi di conservazione microbica

Come qualsiasi altro organismo, anche i microbi possono essere conservati nello stesso posto dove risiedono e da dove verrebbero isolati (*in situ*), oppure in apposite collezioni (*ex situ*). Per i microrganismi ad uso agro-industriale è possibile applicare una forma intermedia che potremmo denominare “*in factory*”, simile all’ “*on farm*” di piante ed animali.

A ciascun sistema sono associati vantaggi e svantaggi, inoltre le particolari tipologie di microrganismi possono prestarsi o meno ai diversi tipi di conservazione. Di seguito vengono riportate alcune considerazioni sui tre sistemi di conservazione.

3.7.1.1 Conservazione *ex situ*

La conservazione *ex situ* è stata la prima forma di preservazione della diversità microbica molto tempo prima dei trattati sulla biodiversità e della nascita di una sensibilità in questo senso. Dalla seconda metà del XIX secolo i microbiologi hanno avviato a conservare le colture che ottenevano, cercando di conservarle. Solo dopo il secondo dopoguerra si diffuse la refrigerazione ed anche la liofilizzazione. Il congelamento a bassissime temperature in azoto liquido o a -80°C si resero disponibili solo verso la fine del secolo scorso ed adesso sono considerate fra le più valide e diffuse.

Questa breve storia del mantenimento della coltura è funzionale a due aspetti: capire le diverse tipologie di conservazione e comprendere che le tecnologie connesse sono ancora *in fieri*.

3.7.1.2 Collezioni

Le collezioni microbiche permettono il mantenimento *ex situ* delle risorse genetiche microbiche (coltivabili) isolate sottoforma di ceppi distinti e possibilmente ben descritti.

Si possono distinguere diversi tipi di collezioni in base alle finalità che si propongono:

- Collezioni tassonomiche. Si tratta di collezioni che raccolgono ceppi di specie e comunque ceppi di varia derivazione, ma comunque identificati a livello di specie in maniera inequivocabile secondo gli standard del momento.
- Collezioni brevettuali. Queste collezioni raccolgono ceppi naturali, ingegnerizzati e soggetti a miglioramento genetico su cui sussistono rivendicazioni brevettuali.
- Collezioni di lavoro. Ogni laboratorio tende a mantenere i ceppi isolati e studiati per tutto il tempo del loro impiego. L'avvento dei sistemi di crioconservazione ha incoraggiato il mantenimento di tali colture anche per tempi più lunghi.
- Collezioni di Servizio. Si tratta di collezioni tassonomiche con disponibilità a fornire servizi di mantenimento, identificazioni, etc..
- Collezioni applicative e settoriali. Si tratta di collezioni per settori specifici (fitopatologico, alimentare, ambientale, etc. e possibilmente finalizzate al mantenimento della biodiversità e alla sua reintroduzione. Tali collezioni debbono minimizzare la selezione indotta dall'isolamento e dal mantenimento in laboratorio e in collezione. Queste collezioni sono particolarmente finalizzate al binomio “conservazione e valorizzazione”.



3.7.2 Conservazione “in factory”

La biodiversità microbica agroalimentare si è sviluppata quasi sicuramente nei siti di trasformazione, anche primitivi in cui venivano effettuate le prime rudimentali operazioni per trasformare e conservare le derrate alimentari. Il fatto che molta bibliografia sottolinei la presenza, ma a bassa densità, di *S. cerevisiae* in natura, mentre esso è presente ad alte concentrazioni in ambienti di cantina, è una delle tante evidenze che suggeriscono come lo sviluppo del lievito sia fortemente legato al suo inconsapevole utilizzo nelle trasformazioni dei succhi zuccherini fermentati. In generale, va ricordato che la trasformazione, anche nelle sue forme più semplici, comporta masse di prodotto mantenuto in qualche modo isolato dal resto dell'ambiente, in cui si sviluppano alcuni ceppi microbici a densità elevatissime che spesso superano i 10^8 cellule m^{-1} . A fronte di alcune migliaia di cellule per grammo di substrato negli ambienti naturali, le densità delle fermentazioni alimentari sono quindi di circa 4 o 5 ordini di grandezza superiori. E' proprio questa differenza di concentrazione che sottolinea l'importanza delle strutture di trasformazione nello sviluppo e nel mantenimento della biodiversità. Di fatto la singola struttura produttiva non presenta necessariamente una biodiversità elevatissima a livello di ceppo perché tutta una serie di operazioni hanno portato ad una inconsapevole selezione massale da cui emergevano pochi stipiti. Tali operazioni sono il riutilizzo delle “matri” che hanno dato buoni prodotti (come per molti passiti tradizionali e per gli aceti), il riutilizzo delle “botti buone”, ovvero di quelle in cui si produceva il miglior vino, ma anche il lavaggio accuratissimo, la disinfezione e, in ultima istanza, lo smantellamento delle botti da cui era stato ottenuto un cattivo prodotto.

Il fatto che nei singoli siti di trasformazione ci sia una biodiversità non necessariamente elevatissima, può anche essere dovuto in taluni casi alla limitazione dei mezzi con cui tale biodiversità è stata rilevata e poi caratterizzata. In ogni caso l'aspetto fondamentale da sottolineare è il fatto che nelle zone di produzione tipica la biodiversità è elevata soprattutto considerando i tanti piccoli e diversi impianti di produzione, come le molte cantine che letteralmente tappezzavano le zone vitivinicole o i piccoli caseifici sparsi per monti e colline. La complessa orografia del nostro territorio ha poi favorito lo sviluppo di specificità, magari in valli attigue, con un ovvio incremento della biodiversità.

Da questi aspetti geografici, socio-politici e di coltura locale (compreso il tanto maltrattato “campanilismo”) si è originata la biodiversità microbica agroalimentare. Molta di questa biodiversità è restata nei singoli impianti e tutt'ora potrebbe essere mantenuta in essi.

Al momento attuale, mantenere la biodiversità nel proprio impianto significa sostanzialmente applicare tutte le attenzioni per evitare contaminazioni massicce da ceppi contaminanti, senza impedire, però, l'eventuale evoluzione del corredo microbico dell'impianto stesso. Poiché questa evoluzione non è necessariamente positiva dal punto di vista qualitativo, sarà opportuno mettere in atto strategie che possano al contempo salvare la biodiversità, ma anche i produttori che ad essa affidano il proprio lavoro.

3.7.3 Conservazione *in situ* dei microrganismi

Nel caso dei microrganismi del suolo la conservazione *ex situ*, cioè in laboratorio, rappresenta solo una piccolissima parte della realtà ambientale. Infatti come è noto solo l'1% della popolazione microbica del suolo, la popolazione che attivamente contribuisce al



mantenimento delle funzioni del suolo e della sua fertilità, è attualmente coltivabile. Questo comporta che solo per l'1% dei principali artefici della vita nel suolo può essere isolata e conservata in collezioni *ex situ*. Ciò non toglie che le tecniche di conservazione descritte non siano utili ed interessanti per conservare e studiare *ex situ* organismi riconosciuti artefici di un determinato processo od azione.

Per la biodiversità correlata alle funzioni del suolo ed alla sua fertilità è importante invece andare ad operare la conservazione in situ, come descritto nel capitolo apposito. Inoltre nel caso del presente lavoro sarà ancora meglio andare ad operare una conservazione di tipo ecosistemico, cioè analizzare e monitorare i microrganismi in relazione alle colture.

Cos'è la conservazione della biodiversità a livello ecosistemico? E' lo studio e la conseguente valutazione della biodiversità microbica associata ad una determinata coltura o specie vegetale. E' noto dalla letteratura che ogni specie vegetale rilascia nel suolo, in funzione anche delle caratteristiche pedoclimatiche ed ambientali, essudati radicali, che selezioneranno una determinata popolazione microbica. Si verranno a creare dei microambienti edafici che costituiranno reti trofiche specifiche associate alla pianta. Questo comporta che soprattutto nel caso delle specie vegetali tipiche o a rischio erosione una conservazione del solo germoplasma vegetale *ex situ*, potrebbe non garantire il desiderato risultato di conservazione.

La diversità microbica è stata ampiamente correlata alla gestione dei suoli, pertanto le comunità batteriche, essendo le più rappresentate, sono state anche le più studiate per prevedere la fertilità dei suoli agrari; meno studiati, invece, sono stati i funghi del suolo, benché essi rappresentino buona parte della massa microbica, siano coinvolti in processi fondamentali come la degradazione dei residui organici ed abbiano un ruolo primario nella 'C assorbimento'. L'ostacolo principale che ha limitato le ricerche in questo settore è sempre stata la scarsa propensione dei microrganismi del suolo a crescere in vitro (coltivabile), rendendo di fatto impossibile studiarli. La possibilità di studiare le comunità microbiche del suolo a partire dagli acidi nucleici, grazie alle nuove tecniche molecolari che permettono una caratterizzazione anche degli organismi non coltivabili superando le difficoltà legate al riconoscimento microbiologico tradizionale, rendono possibile la caratterizzazione tanto dal punto di vista qualitativo che quantitativo delle comunità microbiche. Questo permette di calcolare, con maggiore facilità rispetto al passato, gli indici di diversità microbica dei sistemi agrari con la possibilità di poterli applicare anche per il monitoraggio della biodiversità.

3.8 Ottimizzazione dei protocolli di conservazione in collezione (*ex situ*), in factory e in situ

3.8.1 Ottimizzazione della conservazione *ex situ*

La conservazione *ex situ*, o in collezione microbica, presenta i vantaggi e i limiti indicati precedentemente. L'ottimizzazione dei protocolli di conservazione deve considerare i seguenti principi:

1. **Limitare al massimo la selezione delle popolazioni complesse in fase di isolamento**



Si ottiene impiegando terreni di isolamento il più possibile universali ed evitando l'arricchimento. In caso si sia interessati ad una forma di biodiversità non prevalente nel terreno è opportuno ricorrere a terreni o condizioni selettive. L'uso di terreni di coltura liquidi andrebbe comunque evitato per ridurre la competizione fra colture a diversa fitness nelle particolari condizioni colturali.

2. Limitare i cambiamenti della coltura indotti da un terreno colturale necessariamente diverso dalle condizioni ambientali del substrato da cui il microbo è stato isolato

Si ottiene mantenendo le colture su terreni di isolamento solo per il tempo strettamente necessario alle operazioni di isolamento

3. Anteporre la conservazione alla piena caratterizzazione della coltura

Consiste nel congelare a -80°C le colture subito dopo il secondo re-isolamento, al caso si può congelare addirittura dopo il primo isolamento, procedere al re isolamento ed eventualmente congelare la coltura da secondo isolamento. Certe caratteristiche quali la presenza di capsula o la capacità di scorificare vengono perse in maniera massiccia dopo poche generazioni in terreni da laboratorio.

4. Accertamento della purezza microbiologica della coltura

Si effettua con accurate osservazioni macro e microscopiche. In caso di dubbio si procede ad un nuovo isolamento. D'altra parte non va dimenticato il naturale polimorfismo di molte specie.

5. Mantenimento della coltura in condizioni in grado di minimizzare eventuali mutazioni

Il mantenimento dovrebbe essere effettuato direttamente in azoto liquido o a -80°C , evitando prolungati mantenimenti in coltura.

6. Provvedere ad un'identificazione affidabile

A seconda della tecnica prevalente è opportuno procedere all'identificazione con sistemi inequivocabili, anche se spesso di carattere tipicamente nominalista e tipologico.

7. Effettuare dereplicazioni in grado di limitare la ridondanza delle collezioni

La dereplicazione è l'operazione che permette di riunire ceppi identici in un unico gruppo. Di solito si mantiene uno o pochissimi isolati per gruppo e si scartano gli altri, considerati copie identiche. Le tecniche di dereplicazioni includono tutti i sistemi di caratterizzazione molecolari descritti nell'obiettivo 2 e le tecniche di fingerprint metabolomico come la FTIR (Fourier Transform InfraRed spectroscopy).

8. Registrazione in un apposito database elettronico con tutte le informazioni raccolte

Per quanto riguarda le informazioni si faccia riferimento alle schede di prelievo trattate in precedenza.

3.8.2 Ottimizzazione della conservazione "in factory"

La conservazione delle colture *in factory* consiste nel loro mantenimento nelle condizioni d'uso normale. Due diverse maniere di conservazione possono essere messe in atto: *conservazione dinamica* e *conservazione statica*.

La *conservazione dinamica* è quella che non pone significative restrizioni all'uso



delle colture, salvo l'introduzione o la miscelazione con colture di altra provenienza. Questa conservazione potrebbe non mantenere la biodiversità né a livello delle comunità, né a livello delle singole componenti e rispecchia in qualche modo l'andamento evolutivo aperto a inconvenienti di vario tipo (es. contaminazioni da materie prime) come a selezioni interne al microbiota.

La *conservazione statica* è molto restrittiva e cerca di mantenere la coltura in condizioni tali da evitare cambiamenti di qualsiasi natura. Nella conservazione statica devono essere evitate le contaminazioni (soprattutto se massicce) da parte del microbiota delle materie prime, l'introduzione o la miscelazione con altre colture anche se provenienti dalla stessa area, i cambiamenti di tecnologia, la contaminazione ambientale di qualsiasi tipo.

Anche nelle conservazioni tradizionali esistono approcci diversi che in qualche modo richiamano queste due scuole di pensiero. Per esempio, nella conservazione delle paste acide da panificazione sono state tramandate due modalità denominate "alla maniera del contadino" e "alla maniera del fornaio". Nella prima tutta la pasta acida conservata viene impiegata per formare l'impasto da cui, prima della cottura o prima della formazione delle pagnotte, viene prelevata un'aliquota da conservare. Nella modalità del fornaio solo una parte della pasta acida viene impiegata nella formazione dell'impasto. La parte residua viene mescolata ad acqua e farina e lievitata a parte.

Evidentemente le due forme sono diverse e quella del fornaio permette un mantenimento più accurato della pasta madre oltre alla libertà di integrare l'impasto da panificare con altri ingredienti, magari incompatibili con la pasta madre stessa.

Le attenzioni da dedicare a questa forma di conservazione possono essere delineate nei seguenti principi:

1. Evitare introduzione di microrganismi alloctoni.
2. Evitare miscelazioni dell'inoculo con componenti a forte carica microbica.
3. Evitare contaminazioni ambientali (per la conservazione statica).
4. Evitare contaminazioni da materie prime (per la conservazione statica).
5. Evitare cambi tecnologici che possano squilibrare l'inoculo.
6. Mantenere diverse aliquote dell'inoculo in collezioni *ex situ*.
7. Controllare periodicamente il mantenimento della qualità dei prodotti trasformati con l'inoculo conservato.
8. Favorire la disseminazione dell'inoculo presso diversi trasformatori, possibilmente entro aree circoscritte.
9. Promozione dei prodotti di qualità: le politiche della qualità dei prodotti agricoli possono avere impatti positivi sulla biodiversità. La tutela dei prodotti "tradizionali" tipici delle regioni italiane è, indirettamente, utile alla conservazione della biodiversità in quanto è associata al sistema ambientale e al patrimonio culturale, artigianale e artistico locale.

3.8.3 Ottimizzazione della conservazione *in situ*

In Italia la conservazione *in situ* è possibile nelle aree ad agricoltura tradizionale soprattutto se poste all'interno di zone protette, non solo per il regime vincolistico che ne deriva, che è utile a garantire la continuità nell'uso del suolo e una gestione dell'agrosiste-



ma in coevoluzione con la biodiversità in esso presente, ma anche perché garantisce un accesso più agevole ai regimi di sostegno alla produzione.

Conservare i microrganismi in situ, oppure meglio, sarebbe dire *on farm* può essere praticato congiuntamente alla conservazione del germoplasma vegetale. Là dove verranno condotte azioni conservative di germoplasma vegetale sarà necessario conservare i microrganismi del suolo.

Il protocollo per la conservazione è molto semplice: conservare il suolo e la sua fertilità secondo le seguenti azioni.

Tale analisi dovrà essere condotta secondo un approfondimento “per livelli” gerarchici.

Il livello 1 dovrà considerarsi irrinunciabile e dovrà prevedere la caratterizzazione di base del suolo relativamente alle caratteristiche fisiche-chimiche e biologiche. Di fondamentale importanza sarà la misura dell'indice di fertilità biologica (IBF) secondo la procedura descritta in particolare nelle linee guida. Il secondo e terzo livello sono consigliabili per distretti ecologici di grande interesse territoriale ed economico, oppure là dove ci siano delle specie a forte erosione genetica.

Il livello 4 dovrà invece essere sempre praticato. Quindi i livelli 0 – 1 – 4 andranno sempre effettuati, mentre i livelli 2 – 3 nei casi di distretto ecologico di grande valore oppure di erosione genetica.

Livello	Azione
0	Analisi matricale
1	Valutazione della IFB Conservazione del suolo <i>ex situ</i>
2	Analisi della composizione genetica e funzionale della comunità microbica
3	Sequenziamento e caratterizzazione di singole specie ed eventuale conservazione <i>ex situ</i>
4	Monitoraggio spazio-temporale. Il monitoraggio spaziale potrà essere facoltativo, mentre il monitoraggio temporale sarà obbligatorio.

Livello 0

L'agricoltore custode dovrà essere aiutato a compilare la matrice e guidato nella sua interpretazione. Sarà necessario spiegare all'agricoltore quali elementi/caratteri macroscopici (morfologici) osservare nel tempo e come interpretarne i mutamenti. All'agricoltore custode dovrà essere richiesto di contattare i servizi tecnici regionali quando le sue osservazioni lasceranno percepire dei mutamenti non occasionali.

L'agricoltore dovrà annotare eventuali modificazioni di gestione del suolo rispetto al tempo 0 (fertilizzazione, irrigazione, lavorazione, eventuale successione colturale, ecc.) contestualmente si chiederà all'agricoltore di conservare 1 Kg di terreno essiccato all'aria in bottiglie di vetro scuro e sigillate ed etichettate.

Ogni 5 anni sarà necessario raccogliere e conservare 1 Kg di terreno essiccato all'aria e campionato nel medesimo sito.

Qualora dovessero intervenire pesanti mutamenti nella gestione del suolo o eventi calamitosi sarà necessario raccogliere e conservare 1 Kg di suolo essiccato all'aria, annotando sull'etichetta il perché del nuovo campionamento.



Nel caso di successioni diverse sarà necessario campionare per ogni specie su tutte le specie se queste sono oggetto di conservazione del germoplasma.

Livello 1

L'analisi della fertilità biologica IFB (indice di fertilità biologica) andrà effettuata in laboratorio sul suolo corrispondente alla coltura oggetto di conservazione del germoplasma. Andrà analizzata per ogni specie conservata. Le modalità di campionamento del suolo sono le medesime descritte per la conservazione del suolo *ex situ*. Quest'analisi potrà essere effettuata ogni 5 anni in corrispondenza dell'operazione di conservazione di suolo *ex situ*. Tale analisi sarà necessario ripeterla qualora intervengono pesanti modificazioni nella gestione della coltura. Essa potrebbe fornire importanti informazioni circa l'efficacia di eventuali azioni correttive che interessino la fertilità.

Livello 2

Consiste nella identificazione vera e propria della biodiversità delle comunità microbiche del suolo. Infatti attraverso l'estrazione del DNA dal suolo si è in grado di osservare abbondanza e ricchezza della biodiversità. E' una misura che può essere effettuata unicamente in laboratorio. Dovrebbe essere fatta in tutti i siti in cui si va a conservare germoplasma vegetale, ma ovunque si voglia conoscere la biodiversità microbica dei suoli. Dato il costo di questa analisi, comunque, si consiglia di farla in siti di particolare importanza. Anche in questo caso il livello 4 dovrebbe essere ripetuto nel tempo secondo quanto riportato in allegato.

Livello 3

Ulteriori informazioni sul "chi fa cosa" o "io chi sono" possono derivare solo da questo livello di approfondimento. Si tratta sempre di analisi molecolare da condurre in laboratorio che va a caratterizzare il singolo organismo e la singola comunità. Deve essere mirata a screening che possono emergere dall'analisi di 2 livello. Se in un distretto ecologico dall'analisi molecolare di abbondanza e ricchezza dovesse emergere l'esistenza di bande tipiche associate ad una determinata specie vegetale in quel determinato areale pedoclimatico sarà necessario andare a caratterizzarla perché quella determinata comunità potrebbe essere biunivocamente correlata alla specie vegetale e quindi essere fondamentale per la sua conservazione.

Tutti i campionamenti di suolo per le analisi di 2 e 3 livello dovranno essere effettuati come precedentemente riportato. Se questo microrganismo risulterà coltivabile si potrà isolare e conservare in collezione.

Livello 4

Consiste unicamente nella temporizzazione e nella spazializzazione delle azioni. Saranno le Regioni a stabilire su quanti siti monitorare la biodiversità dl suolo.



- 1 A questo punto potrebbero organizzarsi campagne di monitoraggio temporale: sempre nello stesso sito con rilievi ogni 5 anni.
- 2 Sulla stessa coltura, ma su siti diversi della regione: una tantum, ma qualora si trovasse organismi diversi andrebbe organizzata una nuova campagna di raccolta dati.
- 3 Random senza una correlazione con la coltura, ma seguendo ad esempio la maglia di campionamento europeo “LUCAS” entro quadrati di 9 Km x 9 Km.

3.9 Definizione di rischio di estinzione e di erosione genetica

In questo capitolo sono stati analizzati i rischi di erosione, estinzione e sostituzione cui può andare incontro la biodiversità microbica di interesse agrario, considerando le specificità proprie dei microbi quali la numerosità, la velocità riproduttiva e l'estrema adattabilità.

- a. **Estinzione:** la scomparsa di intere specie microbiche è molto improbabile, per cui la diversità microbica è difficilmente a rischio
- b. **Sostituzione:** la sostituzione di ceppi con altri della stessa specie o di altre specie è molto probabile e frequente, per cui è a rischio la variabilità microbica e, soprattutto, la specifica variabilità che magari ha valorizzato territori ed alimenti
- c. **Erosione:** la perdita di carica microbica e di biodiversità complessiva è più che probabile, soprattutto là dove non vengano seguite le buone pratiche agricole e di trasformazione. Questo aspetto verrà trattato nei paragrafi successivi, soprattutto in relazione al suolo. Viceversa negli alimenti è probabile sia l'erosione (soprattutto con tecnologie che riducano eccessivamente la carica microbica) e la sostituzione.

Concetto di erosione genetica microbica

Per erosione genetica microbica si intende la perdita di diversità genetica in una determinata area e in un determinato periodo di tempo, associata, al contempo, al concetto di perdita di una funzione.

Il concetto di erosione resta legato al concetto di diversità genetica e diversità funzionale.

In un ecosistema dotato di numerose vie metaboliche ed energetiche come il suolo l'alterazione di una specie determina un effetto minore sulle altre specie presenti di quanto potrebbe causare la medesima alterazione a carico di una specie di un ecosistema dotato di una scarsa rete energetica.

3.10 Sistemi di valutazione del rischio di estinzione, erosione e sostituzione

3.10.1 Monitorare in genere la biodiversità microbica

Il monitoraggio della biodiversità microbica avviene secondo le tecnologie ampiamente descritte nel capitolo relativo ai metodi condivisi per l'identificazione e la caratterizzazione.

Per sintetizzare al massimo, e richiamare i concetti sopra descritti, è utile ricordare che:

1. La **diversità** attiene al numero di specie di un ambiente, cibo o habitat.



2. Le specie sono definite mediante il processo di **identificazione**.
3. La **variabilità** attiene ai ceppi, ovvero alle varianti di ciascuna specie, presenti in un dato ambiente alimento o habitat.
4. La variabilità viene definita mediante **caratterizzazione**.
5. La **biodiversità** è l'integrazione di diversità e variabilità.
6. Non tutta la biodiversità è studiabile con metodi microbiologici, ma può essere affrontata anche con strategie molecolari **metagenomiche** ovvero in grado di analizzare tutto il DNA (o RNA) di un ambiente, alimento o habitat.

La valutazione dei rischi di perdita o cambiamento della biodiversità va effettuata quindi a seconda dei casi mediante analisi di identificazione o di caratterizzazione a seconda che si sia più interessati al livello di specie o di ceppo. Tipicamente, in campo ambientale ci si concentra più sulla composizione a livello di specie all'interno di comunità straordinariamente complesse. A livello alimentare, viceversa, prevale il concetto che particolari ceppi imprimano sapori o caratteristiche peculiari ai diversi alimenti, per cui il mantenimento o il miglioramento a livello di ceppo è prevalente sulle considerazioni a livello di specie. Per fare un esempio, non ci sono dubbi che il vino, come definito dalla tradizione, dalla merceologia e dalla legge, sia il prodotto della fermentazione dei mosti d'uva effettuata dal lievito *Saccharomyces cerevisiae* e non da altre specie. Ci sono d'altra parte grandi evidenze che i vari ceppi producano vini diversi a partire dallo stesso mosto d'uva, per cui ogni particolare ceppo ha caratteristiche sue peculiari, che possono essere variamente apprezzate, ma che comunque fanno focalizzare l'interesse sul livello tassonomico della variabilità fra ceppi. Non è escluso che nel prossimo futuro la microbiologia ambientale si apra sempre più alla dimensione delle comunità microbiche, anche transdominio come batteri lieviti, nei cibi, che rappresenta la realtà sviluppatasi nella preparazione tradizionale dei cibi e delle bevande trasformate ad opera dei microrganismi.

3.10.2 Monitorare la biodiversità microbica agro-ambientale

Da quanto sino ad ora discusso appare evidente che, sia pure con una certa difficoltà e con un certo margine di approssimazione, è possibile definire la diversità microbica di un suolo e di darne una caratterizzazione temporale in termini di fluttuazioni naturali o patologiche.

La caratterizzazione della diversità microbica di un suolo, e della sua biodiversità in genere, va costruita per livelli di approssimazione utilizzando i marcatori proposti secondo le gerarchie consigliate.

Appropriati metodi di studio biologici del suolo combinati con proprietà fisico-chimiche potrebbero servire come indicatori dei cambiamenti della qualità del suolo e fornire delle prime indicazioni se vi sia stata una alterazione o modificazione del "soil biota". Tuttavia, Kennedy e Papendiek (1995) evidenziarono che sebbene gli strumenti per caratterizzare il suolo siano numerosi, mancano le strategie per integrare questi strumenti per determinare la qualità del suolo e la sua biodiversità in maniera univoca e incontrovertibile per tutte le situazioni ma che si deve ancora individuare caso per caso gli indicatori utili alla caratterizzazione di una data situazione.

E' importante che si consideri la standardizzazione di ogni aspetto del metodo, dal campionamento, attraverso lo stoccaggio ed il pre-trattamento dei campioni fino all'attuale procedimento analitico, all'interpretazione e alla presentazione dei risultati.



3.11 Conclusioni

Il flow chart presentato nella fig 3 sintetizza tutto il materiale proposto nelle linee guida tenendo conto di quanto segue.

1. La **biodiversità** è costituita dalla diversità e dalla variabilità sia di origine **ambientale** che **alimentare**. Sarebbe opportuno considerare anche altre origini, non strettamente agroalimentari da cui trarre biodiversità impiegabile in campo agrario. Nel settore ambientale sensu lato esistono tutta una serie di realtà da considerare, la cui biodiversità è impiegabile in campo agrario. Si consideri per esempio la biodiversità che si sta formando nelle discariche, negli impianti di produzione del metano e nei siti inquinati. Tutta questa microflora può essere impiegata per esempio per la valorizzazione *in situ* delle biomasse di scarto delle produzioni agrarie.
2. Il **monitoraggio** è stato ampiamente descritto e discussa la modalità di monitoraggio per prevenire o per lo meno per misurare i fenomeni erosivi e sostitutivi. Il monitoraggio ricorre due volte nel flow chart. Il primo (prospettico) dovrebbe essere una ricognizione veloce e poco costosa basata per lo più su parametri (marcatori) preliminari ed obiettivi, con alcuni approfondimento mediante i marcatori laboratoriali. Il Monitoraggio di controllo (nella parte bassa del grafico) è un monitoraggio specifico funzionale al controllo delle situazioni a rischio e al funzionamento delle conservazioni *in situ* e in-factory. Il Monitoraggio si pone quindi come la misura fondamentale per la conservazione della biodiversità. Esso deve essere quanto più flessibile possibile ed idealmente riducibile ad una sola tecnica.
3. I **fattori di rischio** della biodiversità possono essere condensati in quattro voci:
 - a. Cambiamento produttivo o tecnologico
 - b. Importanza intrinseca del cibo o dell'ambiente da conservare
 - c. Sostituzione
 - d. Erosione

Tutti i fattori sono ipotizzabili sulla base dei marcatori preliminari ed obiettivi. I marcatori laboratoriali (ed in particolare le tecniche metagenomiche come la DGGE). Debbono essere impiegati o come approfondimento nel monitoraggio prospettico o come sistema monofasico nel monitoraggio di conservazione.

4. **Conservazione.** Le tre modalità *in situ*, *ex situ* ed in-factory sono state spiegate e descritte le diverse tecniche conservazione.
5. **Le scelte di carattere tecnico e politico sono evidenziate in corsivo entro i due rombi.**

La prima scelta riguarda la valutazione se esista almeno un singolo fattore di rischio (rombo in alto). La complessità della scelta sta nella valutazione dei dati di monitoraggio che descrivono la situazione della biodiversità microbica, soprattutto se non esistono (come è adesso) degli standard di valutazione e delle condizioni comparabili. Minore il numero di questi standard, maggiore sarà il peso della discrezionalità e della soggettività della scelta. Premesso che tale discrezionalità non può e non deve essere abolita, soprattutto per la fase politica della scelta, una maggior standardizzazione e normalizzazione dei dati non possono che avere effetti altamente benefici. A questo proposito due sono le misure possibili, una di carattere tecnico-scientifico, l'altra logistico-organizzativo, sottolineando che le due ipotesi dovrebbero essere integrate e non considerate alternative.



- a. **Soluzione tecnico scientifica.** Consiste nel comparare situazioni a diverso livello di rischio con una o pochissime tecniche. Il livello di rischio potrebbe essere espresso come un indice che vari fra 0 e 1 mediante la seguente formula in cui R_n è il rischio normalizzato R_i il rischio riscontrato in una data situazione, R_{max} e R_{min} il rischio massimo e minimo trovati nel corso di questi studi di messa a punto:

$$R_n = (R_i - R_{min}) / (R_{max} - R_{min})$$

- b. **Soluzione logistico-organizzativa.** Si tratta di mettere a sistema gli enti preposti ed interessati alla tutela della biodiversità in modo da promuovere monitoraggi standardizzati i cui risultati vengano fatti confluire in un database unico ed organizzato in modo da fornire in tempo reale i valori di R_{min} e R_{max} di ciascuna situazione alimentare ed ambientale.

La scelta sulla sufficienza del monitoraggio (rombo in basso nello schema) è soggetta come la precedente a soggettività e discrezionalità. Chiaramente la scelta deve tener conto della sostenibilità della scelta sapendo che la conservazione *ex situ* è fortemente limitante dal punto di vista del mantenimento delle effettive risorse genetiche microbiche e che è la più costosa, soprattutto in termini energetici. D'altra parte la conservazione in collezione è la scelta privilegiata nel caso di cambio di tecnologia o di forte rischio erosivo o sostitutivo.

Si tratta quindi di considerare i costi complessivi della forma di conservazione e le effettive risorse disponibili. In taluni casi è ipotizzabile che sia difficile anche effettuare conservazioni *in situ* o *in farm*, per questo si raccomanda fortemente di puntare con decisione sullo sviluppo di effettivi sistemi di monitoraggio che permettano di:

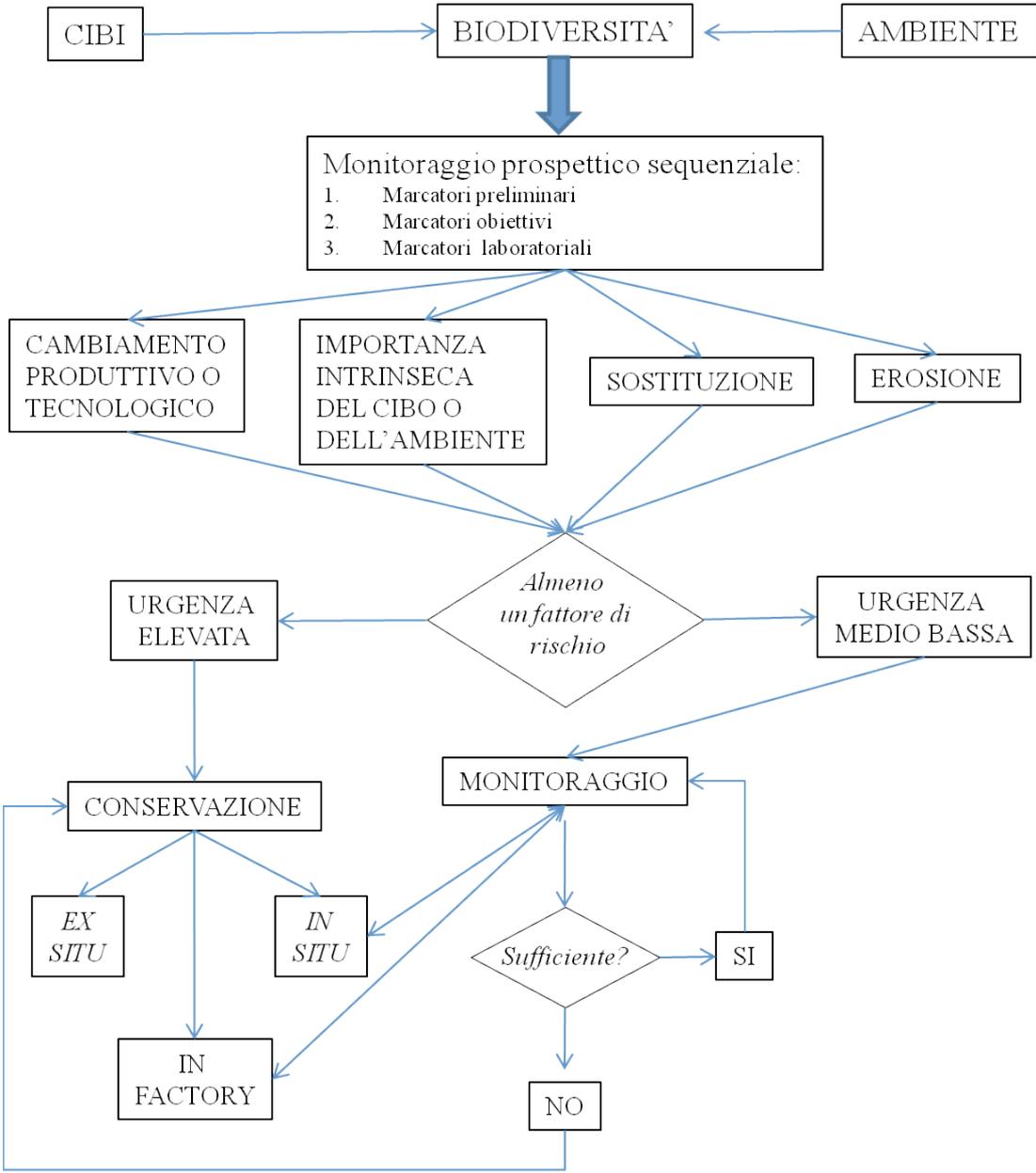
- a. Conoscere meglio la struttura della biodiversità microbica nei vari ambiti tipologici, geografici e nel suo divenire temporale.
- b. Evitare l'avvio delle procedure di conservazione là dove non siano indispensabili
- c. Favorire le forme meno costose di conservazione (*in situ* o *in farm*), evidenziando il livello di rischio cui è sottoposta la biodiversità microbica nel corso di tali conservazioni
- d. Fungere da strumento di supporto all'isolamento per quantificare la porzione di biodiversità microbica effettivamente isolata e messa in collezione.

Da queste considerazioni si evince che una conservazione sostenibile della biodiversità richiede un approccio diverso da quello seguito fino ad ora con il collezionamento affidato solo alla sensibilità dei singoli, ma spesso fortemente ridondante nei molti casi in cui sia stata ripetutamente isolata la stessa sorgente di biodiversità. La forma proposta è quindi quella di favorire la conoscenza della biodiversità e di preferire le conservazioni che lascino libero corso all'evoluzione della biodiversità negli ambienti naturali o antropizzati interessati all'attività agricola.

Infine, è evidente che le operazioni di scelta richiedono una competenza ed una sensibilità che dovrebbe essere supportata da opportuna informazione e soprattutto favorita da una specifica formazione che veda coinvolti i tanti attori interessati al mantenimento e allo sviluppo della biodiversità microbica.

Figura 3 - Diagramma di flusso decisionale per la conservazione sostenibile della biodiversità microbica agroambientale ed alimentare

FLOW CHART DECISIONALE PER LA CONSERVAZIONE SOSTENIBILE DELLA BIODIVERSITA' MICROBICA DI INTERESSE AGROAMBIENTALE E ALIMENTARE



Stampato presso il Centro Stampa della Regione Emilia-Romagna



Novembre 2012