

Seminari Anno Scolastico 2010-2011

Le filiere zootecniche e la valorizzazione delle risorse genetiche zootecniche

*Salvatore Bordonaro – ricercatore del DISPA (Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agrarie e Alimentari)
Settore scientifico disciplinare - Zootecnica generale e miglioramento genetico (AGR/17)
Facoltà di Agraria, via Valdisavoia 5, 95123 Catania - Tel. 095 234489, e-mail s.bordonaro@unict.it*

BIODIVERSITÀ E PRODUZIONI ANIMALI

Origine e distribuzione delle risorse genetiche animali

Le specie animali che contribuiscono all'agricoltura ed alla produzione di alimenti sono state modellate da una lunga storia di domesticazione e sviluppo.

Sono stati identificati almeno 12 centri di domesticazione sulla base di studi archeologici e di genetica molecolare. Migliaia di anni di migrazioni umane, commerci, conquiste militari e colonizzazioni hanno diffuso il bestiame dalle loro aree di origine a nuove zone agroecologiche, nuove culture e nuove tecnologie. La selezione naturale, la selezione e gli incroci operati dall'uomo con le popolazioni provenienti da altri centri di domesticazione sono all'origine della enorme diversità genetica.

Una nuova fase nella movimentazione internazionale delle risorse genetiche animali cominciò agli inizi del diciannovesimo secolo quando il trasferimento dei riproduttori nel mondo fu sollecitato dalla nascita (all'inizio in Europa) delle associazioni di razza e dall'invenzione delle navi a vapore. La maggior parte di questi scambi avvenne entro l'Europa e tra le potenze coloniali e le loro colonie. In questo modo le razze europee si sono diffuse nelle zone temperate dell'emisfero sud e nelle aree asciutte tropicali ma non nelle aree umide tropicali per la modesta tolleranza al caldo, alla scarsa qualità dei foraggi ed ai parassiti caratteristica di queste razze.

Anche tra diverse aree tropicali si è assistito ad un ampio scambio di risorse genetiche. Un importante esempio è costituito dalla introduzione dei bovini zebuini dell'Asia meridionale nell'America Latina, verificatosi all'inizio del ventesimo secolo. Le razze autoctone tropicali non sono state usate molto nei paesi temperati, ma si è assistito allo sviluppo di razze composite che danno un importante contributo alle produzioni animali e che sono il risultato di questo flusso di materiale genetico (ad esempio la

pecora Dorper, la capra Boer, i bovini Bonsmara, la pecora Awassi che dal medio oriente si è diffusa nel sud Europa, in vari paesi tropicali ed in Australia).

Gli sviluppi del tardo ventesimo secolo, l'aumento della domanda di prodotti di origine animale nei paesi in via di sviluppo, le differenze di produzione tra Paesi sviluppati e Paesi in via di sviluppo, le nuove biotecnologie della riproduzione che facilitano il movimento del materiale genetico e la possibilità di controllare le condizioni ambientali indipendentemente dalla area geografica di allevamento, hanno portato ad una nuova fase nella storia del flusso genetico internazionale. Il trasporto del materiale genetico a livello internazionale avviene adesso su larga scala, sia tra i paesi sviluppati che tra questi ed i paesi in via di sviluppo. Questo flusso di geni è però focalizzato su un limitato numero di razze. Oggi la razza bovina più diffusa in assoluto è la Frisona (Holstein-Friesian), presente in almeno 128 paesi. Tra le altre specie, i suini Large White sono presenti in 117 paesi, i caprini Saanen in 81 e gli ovini Suffolk in 40 paesi.

Alcune importanti conclusioni si possono trarre da quanto brevemente esposto:

- 1) i diversi paesi e regioni sono stati a lungo interdipendenti nell'uso delle risorse genetiche animali;
- 2) la scala degli scambi e la velocità di trasformazione delle popolazioni animali è cresciuta drammaticamente nelle ultime decadi;
- 3) questi trasferimenti di materiale genetico riducono la base della risorsa genetica su cui si fonda la produzione animale a livello mondiale.

Ne consegue che, sia a livello nazionale che a livello internazionale, c'è la necessità di valutare l'entità di questi processi cosicché possano essere intraprese azioni di uso sostenibile delle risorse genetiche e, laddove necessario, di identificazione delle risorse minacciate ai fini della loro conservazione.

Lo stato attuale della diversità delle risorse genetiche animali

La valutazione dello stato delle risorse genetiche animali su scala globale presenta delle difficoltà metodologiche, la prima delle quali riguarda la modalità di classificazione delle razze. Allo scopo della indagine e dei report discussi nel presente volume (The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture) le razze sono state classificate come **locali**, se diffuse in un solo paese, o **transfrontaliere**, se diffuse in più paesi. Le razze transfrontaliere sono state classificate come

transfrontaliere regionali se diffuse in più paesi di un'unica area geografica o **transfrontaliere internazionali** se diffuse in più paesi di più aree geografiche.

Sulla base di questi criteri di classificazione, nel FAO's Global Data Bank for Animal Genetic Resources for Food and Agriculture sono state registrate **7616 razze**, di cui **6536 locali** e **1080 transfrontaliere**, 523 transfrontaliere regionali e le rimanenti 557 transfrontaliere internazionali.

Ci sono forti differenze regionali in termini di importanza relativa delle diverse categorie di razze. Nella maggior parte delle regioni, Africa, Asia, Europa e Caucaso, America Latina e Caraibi e Vicino e Medio Oriente, le razze locali costituiscono più dei due terzi di tutte le razze. Al contrario, razze avicole e di mammiferi transfrontaliere internazionali dominano nel Pacifico Sud-Orientale e nel Nord-America. Le razze di mammiferi transfrontaliere regionali sono molto numerose nell'Europa e Caucaso e in Africa. Per molte specie animali, la regione Europa-Caucaso ha la più alta numerosità di razze in confronto a tutte le altre parti del mondo. Ciò è dovuto anche al fatto che in questa regione molte razze sono state riconosciute come entità separate e riflette l'elevato livello di avanzamento raggiunto, in questa regione, nell'inventario delle razze e nella loro caratterizzazione. In molte altre regioni del mondo questo lavoro è fortemente limitato dalla carenza di risorse tecniche e di personale addestrato.

Lo stato di rischio delle razze

Un totale di 1491 razze (il 20%) sono classificate come razze a rischio. Il valore reale sarà certamente superiore se si considera che i dati di popolazione non sono disponibili per circa il 36% delle razze (figura 6). Le regioni con la più alta proporzione di razze a rischio sono l'Europa ed il Caucaso (28% dei mammiferi e 49% degli avicoli) ed il Nord America (20% dei mammiferi e 79% degli avicoli). Queste due regioni hanno sistemi industriali di produzione animale molto specializzati in cui la produzione è dominata da un ridotto numero di razze specializzate. Anche in valore assoluto la regione Europa e Caucaso presenta il più alto numero di razze a rischio. Nonostante la predominanza di queste due aree geografiche, i problemi sono ovunque mascherati dall'elevato numero di razze di cui non si conosce lo status di rischio. Ad esempio nell'America Latina e Caraibi il 68% dei mammiferi e l'81% degli avicoli sono classificati come razze di cui non si conosce il rischio. I rispettivi valori per l'Africa sono 59% per i mammiferi e 60% per gli avicoli. Questa carenza di dati è un limite molto serio per una

pianificazione della conservazione delle razze realmente organizzata sulla base delle priorità di rischio. Il problema è particolarmente significativo in alcune specie: non si dispone di dati di popolazione per il 72% delle razze cunicole, 66% delle razze di cervi, 59% delle razze asinine e 58% delle razze di dromedari.

C'è quindi una urgente necessità di colmare queste lacune acquisendo i dati delle dimensioni e della struttura delle popolazioni e quelli relativi a tutte le altre informazioni sulle razze.

Una razza è considerata a rischio quando il numero totale di femmine è ≤ 1000 o il totale dei maschi è ≤ 20 oppure se la popolazione totale è costituita da un numero di capi compreso tra 1000 e 1200 ed ha un andamento decrescente e la percentuale di femmine accoppiate in purezza è minore dell'80%.

Considerando i dati disponibili, un confronto a livello di specie rivela che gli equini (23%), i cunicoli (20%), i suini (18%) ed i bovini (16%) sono le specie di mammiferi con la più elevata percentuale di razze a rischio. Tra le specie avicole di maggior diffusione, le percentuali di razze a rischio sono rispettivamente del 34% per i tacchini, 33% per i polli, 31% per le oche e del 24% per le anatre.

Trend dell'erosione genetica

L'andamento dell'erosione genetica può essere valutato confrontando lo stato di rischio attuale con quello precedente. Sessanta razze locali classificate a rischio nel 1999 non erano più a rischio nel 2006; tuttavia alte 59 razze sono rientrate nella categoria a rischio.

Ciò che più preoccupa è che, nonostante un generale aumento della consapevolezza e delle azioni di sostegno, le razze continuano a scomparire. Sessantadue estinzioni sono state registrate nel periodo dicembre 1999 - gennaio 2006, cioè **si assiste alla perdita di una razza al mese.**

Lo stato di rischio di una razza basato sui dati di popolazione non fornisce un quadro esaustivo dell'erosione genetica. Infatti, la **diversità entro la razza** (within breed diversity) è molto importante. Punti deboli del sistema di classificazione dello stato di rischio sono infatti la carenza di dati sulla diluizione genetica causata dall'**incrocio** (cross-breeding), uno dei maggiori problemi in tema di diversità genetica - e sulla **consanguineità** (inbreeding), che può verificarsi anche in popolazioni numericamente consistenti quando pochi soggetti di pregio vengono utilizzati come riproduttori. Infine, lo stato di rischio non permette di stimare il livello di isolamento genetico tra le sottopopolazioni di una stessa razza.

Valore ed uso delle risorse genetiche animali

In molti paesi il settore delle produzioni animali costituisce una importante voce del bilancio economico nazionale. Il settore delle produzioni animali contribuisce in misura del 30% al valore della produzione agricola lorda nei paesi in via di sviluppo, e si prevede un ulteriore incremento al 39% entro il 2030. Nei Paesi più poveri, questo apporto può essere ancora superiore al valore medio regionale. Una importante nuova area di sviluppo economico è rappresentata dalla esportazione di prodotti di origine animale tra i Paesi in via di sviluppo.

I dati sulle produzioni e sugli scambi a livello nazionale od internazionale non rivelano, tuttavia, il reale significato socio-economico del settore zootecnico. Il bestiame rappresenta il mezzo di sussistenza per molta gente, soprattutto per i più poveri. Da un altro punto di vista, i vasti territori utilizzati per le produzioni animali danno una indicazione del potenziale impatto sociale ed ambientale dello sviluppo del settore. Ancora, si deve considerare che oltre al valore di mercato dei prodotti di origine animale (alimenti, fibre, corna e pelli) facilmente quantificabile e rilevabile, c'è il pericolo che altri output o benefici non facilmente quantificabili siano sottovalutati. E' il caso dei piccoli sistemi di produzione dei paesi in via di sviluppo in cui gli agricoltori si basano sugli apporti animali per le colture vegetali (forza lavoro e concime). Inoltre, laddove i sistemi moderni di accesso al credito sono inaccessibili, il bestiame, che può essere venduto in caso di bisogno, rappresenta un capitale ed una assicurazione.

Gli animali ed i loro prodotti adempiono anche a numerose funzioni sociali e culturali: essi sono elementi importanti in varie feste religiose, nei matrimoni, nei funerali o in altre occasioni di coesione sociale, contribuiscono alle attività sportive e ricreative. Lo scambio di animali permette di rinforzare le relazioni sociali e costruire una rete di legami. Gli animali, infine, coprono basilari e strategiche funzioni negli agro-ecosistemi: dal riciclo dei nutrienti, alla dispersione dei semi, al mantenimento degli habitat.

Nelle società benestanti, il ruolo del bestiame è meno diversificato. Alcune importanti funzioni continuano ad avere la loro importanza, come ad esempio quelle legate allo sport ed al tempo libero (in particolare per gli equini) ed alla produzione di prodotti alimentari con elevato significato culturale. Nuovi ruoli emergenti sono costituiti, in particolare per le razze locali, dal turismo e dalla gestione del paesaggio.

In generale, si riscontra una carenza di conoscenze sull'effettivo ruolo attuale di ciascuna razza e sulle sue peculiarità che la rendono idonea ad un particolare scopo o a particolari condizioni di produzione. La molteplicità di ruoli e di combinazioni di ruoli richiede diversità entro la popolazione animale, includendo sia le razze specializzate che quelle locali non specializzate o multifunzionali, il cui valore è spesso sottostimato.

Risorse genetiche animali e resistenza alle malattie

Tra le caratteristiche di pregio di specifiche razze animali si deve ricordare la resistenza o la tolleranza alle malattie. La sostenibilità delle strategie attuali di controllo quali l'uso di medicine veterinarie e il controllo dei vettori delle malattie, come ad esempio la mosca tsé-tsé, è incerta. Infatti vari aspetti devono essere considerati: l'impatto dei trattamenti chimici sull'ambiente e sulla salubrità dei prodotti alimentari, la disponibilità e la possibilità di acquisto da parte degli allevatori più poveri, l'evoluzione della resistenza ai principi attivi delle medicine.

La gestione della diversità genetica allo scopo di migliorare la resistenza o la tolleranza riscontrata in alcune razze offre uno strumento aggiuntivo al controllo delle malattie. Si può scegliere una razza appropriata ad un dato ambiente, si può incrociare la razza locale con quella resistente allo scopo di introdurre il carattere resistenza alla malattia, si possono selezionare i soggetti con il più alto livello di resistenza o tolleranza.

Lo strumento genetico permette infatti di ottenere un effetto di controllo della patologia prolungato nel tempo, diversamente dalle cure veterinarie o dalla lotta ai vettori.

Per alcune patologie alcuni studi mostrano una maggiore tolleranza di alcune razze in confronto ad altre. Ad esempio la razza bovina N'dama dell'Africa occidentale è resistente al tripanosoma e la razza ovina Maasai dell'Africa orientale alle verminosi intestinali. Per alcune malattie, come le verminosi ovine, la selezione entro-razza sembra essere uno strumento promettente. Le tecnologie dei marcatori molecolari offrono ulteriori possibilità di avanzamento, ma le applicazioni pratiche nel controllo delle malattie sembrano essere ancora limitate. Anche le ricerche di resistenza o tolleranza genetica alle malattie sono state limitate ad alcune malattie o ad alcune specie e razze. Il *Global Databank for Animal Genetic Resources for Food and Agriculture* contiene molte notizie sulla presunta resistenza di alcune razze a particolari malattie, ma in molti casi non esistono adeguate verifiche

scientifiche. Ci si deve augurare che queste razze non si estinguano prima che queste potenzialità vengano effettivamente scoperte ed utilizzate.

Minacce per le risorse genetiche animali

Si possono identificare numerose fonti di pericolo per le risorse genetiche animali. La più significativa è rappresentata dalla **marginalizzazione dei tradizionali sistemi di produzione associati all'utilizzo delle razze locali** conseguente alla rapida espansione dei sistemi intensivi basati sui grandi numeri e sull'utilizzo di uno stretto range di razze. La produzione globale di carne, latte e uova è sempre più basata su un limitato numero di razze altamente specializzate, quindi di elevato livello produttivo, che risultano più redditizie nelle attuali condizioni di management e di mercato nei sistemi intensivi ed industriali. Il processo di intensificazione è stato spinto dalla crescita della domanda di prodotti di origine animale ed è stato reso possibile dalla facilità con cui il materiale genetico, le tecnologie ed i vari input oggi possono essere movimentati e scambiati nel mondo.

L'intensificazione e l'industrializzazione dei sistemi di produzione hanno permesso di aumentare la disponibilità di prodotti di origine animale di alimentare la popolazione umana in crescita.

Le **epidemie** ed i **disastri** di vario tipo (siccità, inondazioni, conflitti militari, ecc.) sono pericoli acuti, in particolare nel caso di popolazioni di modesta numerosità e di elevata concentrazione geografica. In caso di epidemie, difficilmente i dati di mortalità vengono suddivisi per razza e spesso le misure di abbattimento finalizzate al controllo della epidemia causano il maggior numero di perdite tra il bestiame. Ad esempio, in Viet Nam nel 2003/2004, quando cioè è esplosa l'influenza aviaria, circa 43 milioni di uccelli sono stati distrutti, pari a circa il 17% della popolazione avicola del Paese. Numerose razze rare hanno subito le misure conseguenti alla epidemia dell'afta epizootica nel Regno Unito nel 2001.

Anche i **contesti politici e normativi** che influenzano il settore delle produzioni animali non sempre sono favorevoli all'uso sostenibile delle risorse genetiche animali. Sussidi governativi hanno spesso promosso lo sviluppo dei sistemi di produzione a larga scala a discapito delle piccole aziende in modo talvolta evidente talvolta velato. I programmi di sviluppo e quelli di riabilitazione successivi a vari disastri dovrebbero valutare il loro impatto sulla diversità genetica ed assicurare che le razze prescelte siano adatte agli ambienti ed ai fabbisogni di produzione locali. Le strategie di controllo delle malattie

dovrebbero includere misure di protezione delle razze rare.

Lo stato dell'arte nella gestione delle risorse genetiche animali

La gestione efficace delle risorse genetiche animali richiede la presenza di Istituzioni forti, di adeguate attrezzature tecniche e di personale ben addestrato.

I programmi di conservazione sono più urgentemente richiesti dove le risorse genetiche sono a rischio di estinzione. Ci sono diversi approcci di conservazione *in vivo* (zoo, aziende-parchi, aree protette, sussidi o altri supporti economici per gli allevatori affinché mantengano gli animali nei loro normali ambienti di allevamento) o *in vitro*, che riguardano il materiale genetico conservato in azoto liquido. La valutazione dell'efficacia di tali misure richiede dettagliate informazioni sulle dimensioni e sulla struttura delle popolazioni, sugli schemi di selezione genetica praticata e, nel caso dei programmi *in vitro*, sulla quantità e sul tipo di materiale genetico conservato.

Il 48% dei Paesi che hanno redatto il report non ha programmi di conservazione *in vivo* ed una proporzione maggiore, il 63%, ha dichiarato di non avere programmi di conservazione *in vitro*. Questa situazione varia molto da regione a regione. Le misure di conservazione della biodiversità sono molto più diffuse in Europa e Caucaso ed in Nord America rispetto a tutte le altre regioni.

La gestione delle risorse genetiche animali non è una disciplina scientifica chiaramente definita. Essa comprende un ampio range di azioni finalizzate alla conoscenza, uso, sviluppo e mantenimento di queste risorse. Comprende la valutazione delle caratteristiche delle risorse genetiche disponibili nel contesto delle condizioni di produzione e domanda sociale prevalenti. Si devono considerare anche la diversità spaziale e temporale e le previsioni per il futuro. Quindi si devono individuare tra i diversi approcci e metodi di uso, sviluppo e conservazione quelli più idonei per una data popolazione. Nella sezione seguente si fa un quadro delle attuali conoscenze riguardo ai metodi di caratterizzazione, miglioramento genetico, analisi economica e conservazione.

Metodi di caratterizzazione delle risorse genetiche

La caratterizzazione comprende la identificazione, la descrizione e la documentazione della razza o della popolazione e la descrizione dell'habitat e dei sistemi di produzione in cui la razza o popolazione si sono sviluppate ed ai quali sono idonei ed adattati. Uno scopo è quello di valutare la capacità di una

data razza di produrre entro vari sistemi di produzione in un Paese o in una regione. Altro obiettivo è quello di fornire informazioni necessarie per la pianificazione dei programmi di conservazione. Questo richiede la conoscenza dello stato di rischio della razza in considerazione.

Lo stato di rischio viene stabilito sulla base delle dimensioni e della struttura della popolazione. La conoscenza di dati sul livello di meticciamiento (*incrocio con altre razze*) è importante per valutare il grado di diluizione genetica, così come anche dati di distribuzione geografica della razza e del livello di consanguineità sono anche essi da considerare.

Le razze identificate come a rischio possono essere incluse in programmi di conservazione.

Tuttavia, i fondi sono normalmente limitati e quindi sono necessari dei metodi per stabilire le priorità.

Le decisioni possono basarsi sulle caratteristiche (*distinctiveness*) genetiche, sulla capacità di adattamento, sul valore relativo in termini alimentari e/o agricoli, sul valore storico e culturale.

Le informazioni sui caratteri specifici della razza, le sue relazioni genetiche con altre razze, i suoi comuni ambienti di allevamento e pratiche gestionali insieme alle conoscenze locali sono tutti elementi di basilare importanza nella pianificazione ed implementazione dei programmi di conservazione o sviluppo di una razza.

La caratterizzazione mediante tecniche di genetica molecolare offre una grande opportunità di esplorare la diversità genetica entro una popolazione e tra le popolazioni e permette anche di determinare le relazioni tra le popolazioni.

Il monitoraggio periodico delle dimensioni e della struttura della popolazione è importante allo scopo di modificare, se necessario, le strategie di gestione. Si può migliorare l'efficienza del monitoraggio utilizzando attività correlate. Ad esempio, i censimenti nazionali del bestiame offrono buone opportunità in tal senso. Il prossimo programma mondiale di censimento dell'agricoltura, realizzato dalla FAO con cadenza decennale (2), incoraggia la raccolta dei dati relativi al bestiame a livello di razza.

Un altro importante aspetto nel processo di caratterizzazione delle risorse genetiche è la diffusione dei dati disponibili ad un ampio range di stakeholders (3): politici, coloro che si occupano di servizi allo sviluppo economico, allevatori e ricercatori. I sistemi informatici pubblici esistenti potrebbero essere ulteriormente sviluppati e consentire una facile consultazione agli utilizzatori. L'unione dei dati di

razza con le mappe ambientali e dei sistemi di produzione rappresenterebbe un importante sostegno per le decisioni.

Idealmente, gli strumenti ed i metodi per i decisori, così come i meccanismi di allarme per individuare le razze a rischio, dovrebbero essere basati su un'ampia base di informazioni come descritto in precedenza. Tuttavia, considerando che sono necessarie azioni immediate per la conservazione ed il miglioramento delle risorse genetiche animali, è urgente sviluppare strumenti e metodi che facciano efficace uso anche di informazioni incomplete.

(2) La FAO organizza il censimento mondiale dell'agricoltura ogni 10 anni dal 1930. Il prossimo (relativamente al 2007 in cui il report è stato pubblicato) è il censimento relativo al 2010.

(3) Le figure coinvolte (stakeholders = soggetti portatori di interessi, cioè entità coinvolte in una iniziativa economica o in un progetto) nel settore delle produzioni animali possono essere tantissime: a livello regionale e nazionale si possono includere autorità sanitarie e ambientali, associazioni di razza, associazioni di allevatori, servizi di assistenza tecnica, ricercatori, agenzie di sviluppo rurale, associazioni di marketing e commercio, ecc. A livello internazionale, organismi quali FAO e OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) e WHO (World Health Organization) sono anche essi stakeholders interessati al settore delle produzioni animali (esempi tratti da tabella 1 in: FAO. 2010. Breeding strategies for sustainable management of animal genetic resources. FAO Animal Production and Health Guidelines. No. 3. Rome).(vedi presentazione in ppt)

Metodi di miglioramento genetico

Il miglioramento genetico è un elemento strategico per cercare di soddisfare l'incremento di domanda dei prodotti di origine animale. I notevoli progressi nel campo della genetica e delle biotecnologie della riproduzione hanno permesso rapidi avanzamenti nei sistemi di produzione altamente controllati. Tuttavia, è stato anche messo in evidenza che la selezione finalizzata esclusivamente all'aumento del livello produttivo porta ad una riduzione della resistenza alle malattie e della longevità e ad un aumento degli stress metabolici. Di conseguenza, negli anni più recenti, caratteri quali resistenza alle malattie, fertilità, facilità al parto, longevità, caratteristiche comportamentali, tratti associati al benessere (come ad esempio la riduzione dei problemi ai piedi e agli arti nei bovini da latte) ed efficienza di utilizzazione degli alimenti, stanno ricevendo sempre maggiori attenzioni.

Gli obiettivi selettivi devono anche tener conto della nuova domanda da parte dei consumatori, attenti al benessere animale, all'impatto ambientale o alla produzione di specialità alimentari peculiari di un dato ambiente o di una data razza. Un altro importante aspetto da considerare è il mantenimento della diversità genetica entro la razza. Il miglioramento genetico nelle razze e

popolazioni di modesta consistenza numerica incluse nei programmi di conservazione è un campo che richiede specifiche conoscenze e strategie.

C'è anche la necessità di pianificare ed implementare i programmi di selezione appropriati per i sistemi low-input. Per molte razze locali il miglioramento genetico ha senso se permette loro di rimanere economicamente autosufficienti. Ad esempio, metodi che permettano di attuare programmi di incrocio e di mantenere al contempo mandrie o greggi di razze locali in purezza potrebbero rappresentare una soluzione in tal senso.

Ovviamente, tutti coloro che partecipano al sistema di produzione devono essere coinvolti affinché i programmi di miglioramento genetico possano avere successo, in primo luogo gli allevatori e le loro associazioni. Altri aspetti da tenere in ampia considerazione nella realizzazione dei programmi di miglioramento genetico sono la messa a punto di adeguati sistemi di registrazione dei dati e le peculiarità dei sistemi basati sui piccoli produttori. In questi sistemi, infatti, ampia considerazione deve essere data alle esigenze degli allevatori, all'impatto sull'ambiente e sulla comunità umana, all'adattamento di tutti gli animali coinvolti nel sistema di produzione locale e, di fondamentale importanza, alla disponibilità di infrastrutture, di risorse tecniche e di personale addestrato.

Metodi di valutazione economica delle risorse genetiche animali

L'elevato numero di razze a rischio di estinzione da un lato e le limitate risorse finanziarie disponibili per la conservazione e lo sviluppo delle razze dall'altro, rendono necessaria una analisi economica del valore delle risorse genetiche e dei potenziali interventi gestionali che guidi nella scelta. Importanti obiettivi sono:

- determinazione del contributo economico di una particolare risorsa genetica ai vari settori della società;
- individuazione dell'efficacia dei costi delle misure di conservazione;
- ideazione di incentivi economici e di progetti politici ed istituzionali per la promozione della conservazione da parte di singoli allevatori o comunità.

I metodi utilizzabili a questo scopo sono stati sviluppati lentamente per diverse ragioni, tra cui la limitata disponibilità dei dati necessari e la difficoltà di stima dei valori non commerciali del bestiame

(non-market values). Nonostante le difficoltà, il numero di studi del settore è cresciuto ed ha messo in evidenza i seguenti aspetti:

- i caratteri di adattamento e le funzioni non-economiche (non-income) sono componenti importanti del valore delle razze indigene;
- i criteri convenzionali in uso per valutare la produttività del bestiame sono inadeguati per valutare la sussistenza dei sistemi di produzione ed hanno portato ad una sovrastima dei benefici derivanti dalla sostituzione delle razze autoctone con quelle esotiche;
- il costo della implementazione di un programma di conservazione di una razza *in situ* può essere contenuto se confrontato sia con i sussidi forniti al settore zootecnico commerciale sia ai benefici derivanti dalla conservazione;
- le caratteristiche dei nuclei familiari giocano un importante ruolo nella preferenza delle razze da parte degli allevatori. Questa informazione può essere utile nella ideazione di programmi di conservazione efficaci in termini economici;
- le politiche di conservazione necessitano di promuovere strategie efficienti dal punto di vista economico. Sono già stati sviluppati strumenti di supporto alle decisioni per raggiungere questo obiettivo, che però richiedono ulteriori miglioramenti e valutazioni.

Metodi di conservazione

Le strategie di conservazione riguardano la identificazione e la determinazione delle priorità degli obiettivi di conservazione. Il primo gradino critico è la identificazione della più appropriata **unità di conservazione**.

Allo stato attuale delle conoscenze, nel campo zootecnico la miglior entità per la diversità funzionale è la **diversità tra le razze o distinte popolazioni** che si sono sviluppate in ambienti separati. E' anche da tener presente che le argomentazioni culturali per la conservazione si riferiscono alle razze e non ai geni.

Tuttavia, si deve riconoscere che la diversità tra le razze non costituisce la totalità della diversità genetica. A livello molecolare, la diversità genetica è rappresentata dalla diversità di alleli (cioè differenze nelle sequenze di DNA) tra i geni che influenzano lo sviluppo e le prestazioni degli animali.

Valutare il valore di una razza dal punto di vista della conservazione richiede una sintesi di informazioni da numerose fonti:

- studi di diversità del carattere, cioè diversità delle combinazioni riconoscibili delle caratteristiche fenotipiche che definiscono l'identità della razza;
- studi di genetica molecolare che forniscono misure oggettive di diversità entro e tra le razze o evidenziano caratteristiche genetiche esclusive;
- evidenze di isolamento genetico nel passato;
- evidenze che indicano importanza culturale o storica.

Lo stato di rischio è un altro importante aspetto da considerare.

L'ottimizzazione delle strategie di conservazione richiede anche che si consideri come suddividere le risorse a disposizione tra le diverse razze e che si individuino le migliori strategie di conservazione tra le diverse disponibili. Sono comunque necessari ulteriori approfondimenti per lo sviluppo di strumenti di ottimizzazione dell'uso delle risorse nelle strategie di conservazione.

La **conservazione *in vivo*** include diversi contesti e approcci. Ci sono infatti diverse opportunità di mantenimento del significato economico di una razza: gestione del paesaggio e della vegetazione, agricoltura biologica, produzione per nicchie di mercato ed allevamento hobbistico. In alcuni casi, possono essere necessari dei sussidi diretti per mantenere una razza rara e prevenirne l'estinzione. Questo approccio è perseguibile con la sussistenza di alcune condizioni: se ci sono risorse, se c'è la volontà politica di spendere fondi pubblici in obiettivi di conservazione, se la razza è stata già adeguatamente caratterizzata, identificata e classificata come razza a rischio e, infine, se c'è una sufficiente capacità istituzionale di identificare gli allevatori custodi, di monitorarne l'attività e amministrare i pagamenti. Queste misure di conservazione, tuttavia, devono sempre essere accompagnate dallo sforzo di promuovere attività che permettano alle razze di diventare autosufficienti nel futuro.

La **conservazione *in situ*** non può essere isolata dagli sforzi di sviluppo dei sistemi di produzione in cui le razze sono allevate e non deve mettere in atto vincoli sulle possibilità di sostentamento, in particolare per gli allevatori più poveri. Purtroppo, ancora oggi non si sa molto su come poter migliorare i sistemi di produzione e le infrastrutture in modo da garantire e migliorare la sopravvivenza della popolazione locale e la sicurezza alimentare conservando allo stesso tempo le

risorse genetiche autoctone. Ad oggi, solo pochi approcci basati su una intensa cooperazione con gli allevatori locali e rispettosi dei loro obiettivi di produzione e delle loro conoscenze sono stati condotti con successo.

Per quanto riguarda la **conservazione *ex situ***, i parchi finalizzati all'allevamento degli animali rari sono diventati attrazioni turistiche in molti Paesi, soprattutto tra i paesi sviluppati. Questi siti hanno un importante ruolo poiché educano le persone sulla esistenza e sulla importanza delle risorse genetiche animali. Nei Paesi in via di sviluppo, le attività di conservazione *ex situ in vivo* più comunemente riscontrate sono greggi o mandrie mantenute dalle istituzioni statali.

I metodi di **conservazione *in vitro*** forniscono una importante strategia di back-up quando la conservazione *in vivo* non può essere effettuata o non riesce a mantenere le dimensioni sufficienti per la popolazione. Può anche rappresentare l'unica opzione in caso di emergenze, come epidemie o conflitti bellici. Sono comunque necessari ulteriori sforzi per rendere la crio-conservazione una tecnica idonea per tutte le specie di interesse zootecnico.

L'erosione genetica non può essere considerata ad andamento univoco, ma variabile a seconda della specie entro i vari territori; indubbiamente il bovino, il pollo e il suino sono quelli che più corrono rischi di erosione genetica e, pertanto, queste specie richiedono interventi peculiari di tutela; metodi che si possono concretizzare in una maggiore conservazione *in situ* ed *extra situ*.

La conservazione *in situ* può essere definita come conservazione della risorsa genetica attraverso il continuo uso da parte di "allevatori custodi" nell'agro-ecosistema in cui vivono o sono ancora normalmente presenti i vari tipi genetici autoctoni. Questo metodo di conservazione è da preferire, in quanto presenta il vantaggio di utilizzare un ambiente di allevamento ideale per ogni tipo genetico autoctono, ma lo svantaggio di avere un rapporto sessi riproduttivo sbilanciato in relazione al "numero effettivo" (N_e) della popolazione (impiego di uno o pochi maschi nell'allevamento). Tale modalità di conservazione, inoltre, facilita l'adattabilità di razze e popolazioni autoctone ai cambiamenti circostanti, ma in essa aumentano i rischi di inincrocio a causa del ristretto numero di popolazione.

La conservazione *extra situ in vivo* può essere definita come conservazione attraverso il mantenimento di popolazioni in vita non nel bioterritorio originale; i costi per questo tipo di

conservazione sono bassi, ma dato che la popolazione è allevata in un ambiente diverso da quello di origine spesso la capacità al costruttivismo risulta ridotta.

La conservazione *extra situ* in frigido può essere definita come lo stoccaggio di gameti e di embrioni in azoto liquido.

La conservazione *extra situ* presenta il vantaggio di poter studiare l'eventuale diversità comportamentali, temporali e spaziali, di un animale; studio utile per la stima del livello di fitness nonché di stima della stabilità genomica in ambiente non originario.

Si può infine affermare che le tecniche di conservazione *in situ* ed *extra situ* non sono esclusive e possono essere complementari nello sviluppo delle strategie di specifiche razze in specifici contesti.

Per la conservazione in vivo, sia *in situ* che *extra situ*, alcune regole da seguire sono importanti:

- monitoraggio del “numero effettivo” della popolazione tutelata
- applicazione di un minimo di selezione dei soggetti allevati
- effettuare sia accoppiamenti naturali che con l'uso dell'inseminazione strumentale
- monitorare le prestazioni, possibilmente, quanti-qualitative fornite dalla popolazione allevata.

Per una conservazione *in situ* si devono utilizzare: “aziende di riferimento” o aziende custodi, intendendo per tali aziende un allevamento disponibile a partecipare attivamente alla conservazione e sviluppo di un tipo genetico autoctono tramite:

- allevamento in “purezza”
- vendita di giovani riproduttori
- partecipazione a mostre e iniziative atte di promozione
- messa a disposizione dei soggetti allevati per eventuali programmi di riproduzione e di selezione, caratterizzazione genetica, prelievo di materiale biologico(latte, sangue, lana, seme, ecc.).

Per un tipo genetico autoctono a ridotta consistenza (con un N_e uguale o inferiore a 100), è necessaria la tutela *extra situ*, possibilmente presso un centro di ricerca, al fine di poter rilevare sistematicamente tutta una serie di elementi da utilizzare per redigere un concreto piano di conservazione, prima, e di utilizzazione zootecnica, poi.

Fare chiarezza sul concetto di razza e/o popolazione, indagare sulle caratteristiche morfologiche e produttive e, soprattutto, sulle peculiarità e originalità genetiche delle varie popolazioni può permettere:

- una maggiore attenzione ad un patrimonio naturale, ma anche sociale e culturale, largamente sottovalutato o del tutto ignorato;
- un primo passo verso la salvaguardia di questo patrimonio in pericolo e dell'ambiente nel quale vivono;
- una più proficua utilizzazione dei fondi europei destinati alla salvaguardia delle razze a rischio;
- un aiuto tecnico agli allevatori nella scelta delle razze da allevare o anche nella scelta dell'orientamento produttivo e/o del progetto di lavoro.

Pertanto, per avere successo, una razionale gestione delle risorse genetiche animali deve mirare a migliorare: la sicurezza alimentare, la protezione dell'ambiente e lo sviluppo dell'economia rurale.

Da quanto detto si evince che il trinomio " area geografica-tipo genetico-prodotto" è un vero e proprio sistema culturale che comprende componenti propri della storia delle tradizioni, degli usi, dei costumi, ecc. Un tale sistema, definibile "di nicchia" richiede una profonda conoscenza di tutte le variabili del sistema, tra le quali quelle biologiche, soprattutto la biodiversità, svolgono un ruolo primario nel favorire l'espressione o la manifestazione delle qualità che ciascun essere vivente possiede, in quanto gli organismi tendono più a partecipare attivamente alla costruzione di un determinato microambiente che ad adattarsi modificandosi fenotipicamente o genotipicamente per istituire con l'ambiente in cui operano rapporti in grado di ottenere la soddisfazione totale o parziale dei propri bisogni.

Già da tempo sono allo studio azioni dirette alla salvaguardia economica delle razze e popolazioni autoctone di interesse zootecnico, non soltanto per il loro intrinseco valore genetico, ma anche e soprattutto per la conservazione e il ripristino di un rapporto uomo-animale-territorio. Ciò porta ad una organica azione di salvaguardia e di valorizzazione dei tipi genetici autoctoni minacciati di estinzione.

Il contesto normativo e le strategie di conservazione e salvaguardia

La biodiversità è il risultato dei processi evolutivi, è il serbatoio dal quale attinge l'evoluzione per attuare tutte le modificazioni genetiche e morfologiche che originano nuove specie. Il processo stesso di evoluzione indica che la diversità biologica è dinamica: essa aumenta quando si producono nuove variazioni genetiche, mentre diminuisce quando la variabilità viene meno, come nel caso dell'estinzione di una specie o di una popolazione.

Tutte le specie hanno una durata limitata nel tempo, quindi l'estinzione è un processo naturale, ma le attività umane ne hanno causato un'accelerazione. Il tentativo di incrementare sia le superfici agricole e sia le produzioni vegetali e animali per colmare le esigenze alimentari hanno come conseguenza lo stravolgimento dell'ambiente naturale. Se ci limitiamo alle specie e alle razze animali e, in particolare, a quelle addomesticate e di interesse zootecnico, l'erosione genetica delle specie allevate è causata essenzialmente dal processo di sostituzione delle popolazioni locali con razze "cosmopolite" ad elevata capacità produttiva e alla elevata pressione selettiva operata dall'uomo.

La conservazione della variabilità genetica è fondamentale per l'andamento delle specie sottoposte a condizioni climatiche e ambientali in continuo mutamento e, quindi, per la loro sopravvivenza. Nei sistemi produttivi di tipo zootecnico, essa permette inoltre di cambiare gli obiettivi di selezione, in funzione delle variazioni economiche e di mercato. La riduzione, tuttavia, non è solo un fatto genetico, ma è il risultato di processi socio-culturali, economici e politici che producono un notevole calo di ricchezze poiché, insieme con le specie e le razze, scompaiono paesaggi, sistemi produttivi, saperi e culture locali ad esse legati.

A fronte delle limitate risorse disponibili è necessario operare scelte appropriate per definire le priorità di conservazione e mettere a punto strategie di intervento adeguate. Nei prossimi 40 anni la popolazione mondiale aumenterà, e si prevede passerà dagli attuali 6.2 miliardi a 9 miliardi, con la crescita localizzata principalmente nei Paesi in via di sviluppo (www.fao.org). Bisogna incrementare la diversificazione delle fonti alimentari mantenendo e sviluppando il più ampio portafoglio possibile di risorse genetiche, che sono vitali ed insostituibili.

Negli ultimi sette anni si è estinta in media una varietà animale al mese, e non rimane molto tempo per le razze bovine, ovine, caprine, suine, equine, ed avicole rimaste, ma secondo il rapporto della

FAO questa potrebbe essere solo un'immagine parziale dell'erosione genetica in atto, poiché in molte parti del mondo gli inventari delle razze sono carenti.

Sin dalla metà del secolo scorso, alcune razze con alto rendimento si sono diffuse in tutto il mondo, soppiantando le razze tradizionali. Tra queste vi sono le razze bovine Holstein-Friesian (la più diffusa, presente in almeno 128 Paesi ed in tutte le parti del mondo) e Jersey; le razze suine Duroc, Landrace e Large White; le capre Saanen e le galline rosse Rhode Island e Leghorn. Questo progressivo assottigliarsi della diversità genetica è quasi completo in Europa ed in Nord America, ed adesso si sta verificando anche in molti Paesi in via di sviluppo, che sino ad ora avevano invece mantenuto un numero considerevole di razze indigene. Secondo questo rapporto, è qui che si registrerà la maggiore perdita di diversità di razze nel ventunesimo secolo (www.fao.org/newsroom).

Con l'avanzare del processo di globalizzazione nel campo culturale e socio-economico, la risorsa naturale assume un ruolo sempre più importante, se non insostituibile e, presumibilmente, sarà l'unico mezzo in grado di affrontare in chiave risolutiva gli innumerevoli problemi che interessano l'intera umanità ai fini di realizzare un sistema socio-economico sempre più proteso verso traguardi dinamici, spazialmente e temporalmente, propri di uno sviluppo sostenibile. La sostenibilità di qualsiasi processo socio-economico è realizzabile solo con la tutela di qualsiasi risorsa naturale; tutela che comprende l'individuazione, la conoscenza, la conservazione e la valorizzazione della predetta risorsa.

La Comunità Internazionale in materia di ambiente e tutela della biodiversità

L'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (International Union for Conservation of Nature, IUNC), Organizzazione Non Governativa, nata nel 1948, allo scopo di supportare la comunità internazionale in materia ambientale, ha evidenziato, in collaborazione con il Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente (United Nations Environment Programme, UNEP), il Fondo Mondiale per la Vita Selvatica (World Wildlife Fund, WWF) e l'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Alimentazione e l'Agricoltura l'importanza strategica della tutela della variabilità delle forme viventi, definendo la loro conservazione come 'la gestione delle interazioni umane con la varietà di forma di vita e di ecosistemi per massimizzare i benefici che forniscono oggi e mantenere il loro potenziale per far fronte alle necessità e alle aspirazioni delle generazioni future (IUNC, UNEP, WWF, FAO, 1980).

Tale definizione si integra armonicamente con il concetto di sviluppo sostenibile tendendo a esaudire tre esigenze basilari:

- a) la sostenibilità fisica: mantenere invariate le peculiarità di riproducibilità e di integrità di una risorsa per il futuro
- b) la sostenibilità fisico-biologica: passaggio dalla singola risorsa a quella di un ecosistema
- c) la sostenibilità fisico-biologico-sociale: inclusione globalizzante della sfera relazionale della vita degli esseri viventi

Perseguire uno sviluppo sostenibile è l'obiettivo che è emerso anche in sede internazionale nel corso della Conferenza di Rio de Janeiro del 1992, dove è stato redatto il testo della Convenzione sulla Diversità Biologica, e a cui hanno aderito finora più di 170 Paesi.

L'articolo 7 della Convenzione richiede che i Paesi contraenti "identifichino le componenti della biodiversità importanti per la sua conservazione e il suo uso sostenibile e ne effettuino il monitoraggio, attraverso campionamenti periodici e altre tecniche".

Le parti sono inoltre chiamate ad identificare i processi e le categorie di attività che hanno o possono avere impatti negativi significativi sulla conservazione e sull'uso sostenibile della biodiversità, monitorare i loro effetti e a detenere ed organizzare i dati derivati dalla conoscenza e dal monitoraggio. Gli articoli 16, 17 e 18 della Convenzione indicano che le Parti si impegnano anche a promuovere la condivisione, l'accesso e lo scambio delle informazioni relative alla diversità biologica. Per ottemperare ciò, nell'articolo 18 è anche previsto che le Parti sviluppino un meccanismo di "Clearing House".

La finalità è promuovere e agevolare la cooperazione tecnica e scientifica il cui principale obiettivo è quello di garantire la "transazione" e non la "conservazione" delle informazioni. Il CHM deve essere funzionale a livello internazionale, e se, non soprattutto, a livello nazionale in modo tale da raggiungere anche il cittadino comune promuovendo la diffusione di cultura in tutti i campi di interesse della Convenzione.

La Convenzione sottolinea, anche, il ruolo delle comunità locali e delle popolazioni autoctone per la conservazione della biodiversità (www.biodiv.org).

Con la legge n. 124 del 14/02/1994 l'Italia ha ratificato e dato esecuzione alla Convenzione sulla Biodiversità ed ai relativi annessi.

A livello internazionale, nell'ambito della IV Conferenza Tecnica Internazionale sulle risorse genetiche vegetali, svoltasi a Lipsia nel 1996, 150 Paesi hanno formalmente adottato il "Piano di azione mondiale per la conservazione e l'uso sostenibile delle Risorse Genetiche Vegetali per l'Alimentazione e l'Agricoltura (RGVAA)", il cui principale obiettivo è la realizzazione di un efficiente Piano Nazionale sulla Conservazione e uso sostenibile delle RGVAA.

La Conferenza della FAO ha adottato il Trattato Internazionale sulle RGVAA, durante la trentunesima riunione, tenutasi a Roma il 3 novembre 2001, che è stato ratificato dallo Stato Italiano con la Legge n. 101 del 6 aprile 2004. Si tratta di un documento legalmente vincolante, che istituisce un sistema multilaterale di accesso facilitato a una lista specifica di RGVAA e di ripartizione dei benefici derivanti dal loro uso.

La cruciale importanza della tutela della biodiversità per la sopravvivenza del pianeta, è stata sottolineata con forza al vertice sullo sviluppo sostenibile "Rio+10", tenutosi a Johannesburg (Sud Africa) nel 2002. Il summit mondiale ha voluto verificare, a dieci anni di distanza dalla conferenza di Rio de Janeiro, l'adempimento degli impegni presi sulla povertà e sull'ambiente. I governi riuniti hanno adottato numerose risoluzioni e in particolare si sono dati l'obiettivo di raggiungere una significativa riduzione del tasso attuale di perdita di biodiversità entro il 2010. Questo è quello che viene comunemente conosciuto come Obiettivo 2010 (www.un.org/event/wssd).

A livello comunitario è stata emanata di recente la Risoluzione del Parlamento europeo del 22 maggio 2007 "Arrestare la perdita di biodiversità entro il 2010" che, tra l'altro, riconosce:

- l'insufficienza del Piano d'azione per conservare la biodiversità e sostenere i servizi agroecosistemici nel lungo periodo;
- l'importanza di misure aggiuntive a favore delle specie minacciate di estinzione;
- l'utilità di estendere il ricorso a piani d'azione specifici per le specie minacciate;
- la necessità di misure ad hoc per promuovere la biodiversità nei nuovi Stati membri;
- l'interdipendenza tra servizi agroecosistemici quali l'attività paesaggistica e le attività economiche come il turismo;
- l'elevata biodiversità delle regioni più remote;
- la necessità di legiferare per la conservazione e l'utilizzo sostenibile della biodiversità.

A questo fine la risoluzione auspica lo svolgimento di un ruolo importante da parte della Politica Agricola Comune (PAC) nel promuovere modelli di produzione durevoli, economicamente sostenibili e che permettano, nel contempo, di intervenire sull'ambiente nonché sulla valorizzazione e sul ripristino della biodiversità del maggior numero di specie animali, vegetali e microbiche. In essa si sottolinea altresì la necessità di applicare pienamente il quadro legislativo dell'UE sugli organismi geneticamente modificati e su quelli transgenici e vengono evidenziati i rischi potenziali che le colture di questi organismi su scala industriale rappresentano per la biodiversità.

A livello nazionale la principale istituzione di riferimento è il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare al quale, con Legge 8 luglio 1986, n. 349, recante "Istituzione del Ministero dell'ambiente e norme in materia di danno ambientale" e successive modifiche ed integrazioni, vengono attribuite funzioni specifiche in materia di coordinamento delle attività relative all'attuazione della convenzione sulla Biodiversità; di redazione e gestione del Piano nazionale della biodiversità; di attuazione di accordi internazionali per la biodiversità forestale; di formulazione di linee guida per la gestione forestale sostenibile; di coordinamento delle attività relative alla attivazione e gestione del piano nazionale della Biodiversità.

Il Ministero dell'Ambiente, sulla G. U. n. 107 del 10/05/1994, ha pubblicato "Le linee strategiche per l'attuazione della convenzione di Rio de Janeiro e per la Redazione di un Piano Nazionale sulla biodiversità", ponendosi, tra gli altri, l'obiettivo di realizzare una rete integrata di centri per la conservazione "ex situ" del germoplasma, utilizzando come punti nodali le strutture esistenti e gli istituti specializzati. Ulteriore punto di riferimento a livello nazionale per il settore agricolo è rappresentato dal Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali (MiPAF), cui il Decreto Legislativo n.143 del 04/06/1997 ha affidato il compito di svolgere "... compiti di disciplina generale e di coordinamento nazionale ..." fra l'altro anche per la "... salvaguardia e tutela delle biodiversità vegetali e animali, dei rispettivi patrimoni genetici ...".

Il D.P.R n. 79 del 23 marzo 2005, inoltre, attribuisce al Dipartimento delle Politiche di sviluppo la materia relativa alla salvaguardia e tutela dei patrimoni genetici delle specie animali e vegetali.

A livello nazionale sono già state avviate le opportune fasi tecniche per favorire l'implementazione del Trattato Internazionale sulle RGVA, prevedendo apposite risorse logistiche e finanziarie ai fini della

conservazione, della caratterizzazione e dell'uso delle risorse genetiche vegetali per l'alimentazione e l'agricoltura.

In questo contesto, il MiPAF, avrà il compito di riferire sul piano internazionale circa lo stato di applicazione del Trattato e di monitorare gli interventi che gli enti locali effettueranno sul territorio; questo in esecuzione di quanto previsto dalla L. 6-4-2004 n. 101 di ratifica del Trattato FAO del 2001 sulle risorse fitogenetiche per l'alimentazione e l'agricoltura, la quale all'Art. 3 affida alle Regioni e Province autonome le competenze in merito all'attuazione e all'esecuzione del Trattato stesso.

Il 14 febbraio del 2008 il Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali ha pubblicato il Piano Nazionale sulla biodiversità di interesse agricolo (www.mipaf.it). Saranno a disposizione degli operatori del settore 2 milioni di euro. La normativa vigente in materia, nel predisporre misure di tutela e valorizzazione, distingue il concetto di varietà locale, che appare strettamente legato al territorio di origine (bioterritorio), inteso come luogo in cui le varietà locali si sono adattate e caratterizzate nel tempo grazie all'azione degli agricoltori locali, e quello di varietà da conservazione, intendendo quelle a rischio di estinzione.

Come sottolinea il Piano, 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 effettua la conservazione "in situ" (coltivatori custodi). La possibilità reale di recupero e di reintroduzione nel bioterritorio o zona tradizionale di coltivazione, inoltre, deve essere necessariamente legata a politiche di valorizzazione delle produzioni dei coltivatori custodi e al sostegno che essi possono ricevere per continuare l'attività di coltivazione delle varietà locali, soprattutto quelle a rischio di estinzione.

L'attuazione della normativa internazionale e comunitaria ha dato luogo, a livello nazionale, a numerose iniziative sia di carattere legislativo sia tecnico-scientifiche, che il Piano sulla biodiversità agricola ricostruisce in maniera ordinata, mettendo in risalto anche le importanti attività condotte a livello regionale.

Alcune Regioni, come la Campania, il Lazio, le Marche, il Piemonte, la Toscana, il Veneto e l'Umbria, hanno legiferato in materia di tutela delle risorse genetiche autoctone, anche con specifiche leggi ad hoc. Le iniziative condotte a livello locale, che si possono distinguere tra vegetali ed animali, hanno

visto, quali fonti principali di finanziamento, quello esclusivamente o prevalentemente regionale e quello prevalentemente nazionale e derivante dai Piani di Sviluppo Rurale.

Il Piano, poi, conduce una rassegna dello stato dell'arte relativo alle risorse genetiche vegetali ed animali, evidenziandone i punti di forza e di debolezza. Inoltre, definisce l'obiettivo generale verso il quale convogliare tutte le risorse disponibili per la conservazione della diversità genetica agraria, ossia fornire risposte concrete alle problematiche emerse, al fine di introdurre un sistema nazionale di tutela della biodiversità agraria, capace di riportare sul territorio in modo efficace, gran parte della biodiversità scomparsa o a rischio di estinzione, a vantaggio della tutela dell'ambiente, di un'agricoltura sostenibile e dello sviluppo rurale. In questo modo il sistema può contribuire agli obblighi derivanti all'Italia dall'attuazione dei trattati internazionali.

Per quanto riguarda le azioni programmate dalle varie Regioni nel Piano di Sviluppo Rurale 2007-2013, nella Misura 214 Pagamenti Agroambientali, sono previsti degli interventi specifici per la conservazione della biodiversità animale e vegetale, quali l'allevamento di razze animali locali in via di estinzione e la coltivazione di varietà locali autoctone anch'esse a rischio. Le Regioni e Province Autonome, dotate di una legge in materia di tutela delle biodiversità agraria e che hanno attivato il relativo registro o repertorio regionale, nel proprio PSR fanno esplicito riferimento ad esso per indicare le razze e le varietà locali oggetto di intervento. Inoltre alcune Regioni e Province Autonome (Marche, Toscana, Lazio, Liguria) hanno previsto l'utilizzazione del finanziamento PSR 2007-2013 per attivare le molteplici azioni previste dalla propria legge regionale (caratterizzazione, coltivatori custodi, banche del germoplasma, eccetera).

Il Piano, infine, individua le iniziative prioritarie a livello nazionale da attuarsi in un periodo medio-breve, tra cui si segnalano la definizione degli standard qualitativi di riferimento, di rischio di estinzione o di erosione genetica e l'individuazione di descrittori comuni; l'individuazione, la valutazione e la sperimentazione di sistemi di conservazione "in situ" delle varietà locali (reti locali di agricoltori) e la definizione di relative linee guida nazionali condivise; la definizione di una metodologia comune per l'individuazione e la caratterizzazione delle risorse genetiche autoctone di interesse agrario al fine di permettere il confronto dei dati e dei risultati di caratterizzazione e conservazione delle varietà o popolazioni-razze autoctone che consenta di uniformare le diverse terminologie utilizzate a livello locale e gli strumenti utilizzati; la definizione di linee guida generali e

condivise per la valorizzazione delle varietà locali e la reintroduzione ove possibile, sul territorio, soprattutto di quelle a rischio di estinzione; azioni di comunicazione al fine di promuovere la conoscenza delle risorse genetiche e di attivare delle sinergie tra i diversi territori coinvolti.

Per la realizzazione delle azioni di supporto per il primo triennio, verranno stanziati specifiche risorse nell'ambito dei finanziamenti previsti per i piani di settore.

L'attuale politica europea si avvale di alcuni provvedimenti legislativi per prevenire la riduzione della diversità biologica: alcuni Regolamenti (tra cui 2078/92 e 1257/99) in Italia sono stati recepiti a livello regionale con misure per la salvaguardia e la valorizzazione del germoplasma animale autoctono, che in molti casi hanno rallentato o scongiurato l'estinzione di alcune razze locali.

Accanto a questa attività, a livello europeo operano anche associazioni private (tra cui SAVE Foundation e Monitoring Institute) che coordinano l'attività di associazioni nazionali di tutela delle razze autoctone e provvedono a finanziare ricerche in aree di particolare pregio per la presenza di numerosi tipi genetici autoctoni (ad esempio Europa dell'Est).

Il patrimonio zootecnico europeo è tra i più ricchi al mondo e viene costantemente monitorato da numerosi organismi o organizzazioni, tra cui la EAAP - Associazione Europea di Produzione Animale, che opera in stretto coordinamento con la FAO nel programma "Animal Genetic Data Bank" e, a partire dal 1994, nel programma "Global Strategy for Management of Animal Genetic Resources". Da questa collaborazione è nato un sistema informativo globale sulla biodiversità (DAD-IS: Domestic Animal Diversity – Information System) (<http://dad.fao.org>).

L'EAAP raccoglie in un database le informazioni sulle razze allevate a livello mondiale e definisce 4 classi di rischio di estinzione utilizzando parametri demografici.

(<http://www.tiho-hannover.de/einricht/eaap/factors.htm>)

Le specie di interesse zootecnico e le strategie di tutela

Nella strategia di tutela della biodiversità, particolare attenzione deve essere rivolta sia a quella attuale che a quella futura, in relazione ai prevedibili cambiamenti futuri.

BOVINI. E' noto che con l'uso di sistemi di produzione intensivi vi è stata una forte "specializzazione" limitatamente a pochi tipi genetici, che ha sacrificato fortemente i tipi genetici autoctoni, i quali costituiscono la principale fonte alimentare, specialmente proteica, nei Paesi meno sviluppati. La

consistenza, sul pianeta Terra, viene stimata in circa 1,3 miliardi di capi, valore che tende a mantenersi costante nel decennio 1995-2004 (FAO, 2006). Al fine di recuperare questi ultimi e per incrementare il livello di diversità genetica delle popolazioni allevate, grande ruolo potranno svolgere le biotecnologie innovative riproduttive, specialmente l'uso dell'inseminazione strumentale che ha anche un effetto di migliorare il livello sanitario della popolazione zootecnica.

BUFALI. Il bufalo domestico è originariamente un animale asiatico, tipicamente usato come forza lavoro, produttore di carne, latte, pellame ed altro. La sua consistenza mondiale, nel 2000 (FAO, 2000) ammonta a circa 165.000 milioni di capi di cui il 98% sono allevati in India, Pakistan, Cina e Sud Est Asiatico.

CAPRINI. La notevole variabilità delle condizioni dell'allevamento di questa specie costituisce una sicura garanzia di tutela dei vari tipi genetici allevati. A livello di pianeta Terra, tale specie risulta abbastanza diffusa (circa 800 milioni di capi nel 2006, corrispondente a circa il 12% del numero totale dei mammiferi allevati), seppur in leggero calo rispetto al 2000 (circa 1 milione di capi allevati), con il 70% del totale localizzato nel territorio Asiatico e del Vicino Medio Oriente.

EQUIDI. La consistenza sul pianeta Terra risulta pari a circa 164.000 milioni di capi nell'anno 2000. Tipicamente usati come forza lavoro e per il trasporto. Queste attitudini sono ancora conservate nei Paesi Meno Sviluppati, mentre in quelli a "sviluppo avanzato" questi equidi vengono allevati principalmente per hobby. Si sta evolvendo un tipo di allevamento rivolto alla pet therapy e alla produzione di latte per determinate categorie umane con l'utilizzazione, specialmente, di tipi genetici autoctoni.

OVINI. Il mosaico dell'allevamento ovino, la cui consistenza, nel 2006, ammonta a circa 1 miliardo di capi in leggero aumento rispetto al 2000), è costituito da un elevato numero di tessere, dato che, a seconda dell'area geografica, il valore dei tipi genetici ovini risponde a esigenze di valore o culturale e/o naturalistico e/o economico. L'obiettivo della tutela di questa specie può essere raggiunto prevedendo grandi greggi. In alcuni Paesi, l'ovino svolge una particolare funzione storica, culturale e religiosa, con un conseguente vantaggio di una loro conservazione. In genere, l'allevamento ovino usa sistemi di riproduzione naturali.

POLLI. La consistenza mondiale totale ammonta, nel 2006, a circa 17 miliardi di capi, per metà allevati in Asia; tale specie ha registrato un notevole incremento rispetto ai dati del 2000 (circa 14 miliardi).

L'allevamento e la produzione delle varie specie interessate hanno raggiunto livelli di specializzazione e di industrializzazione paragonabili a quello di alcuni settori vegetali, specialmente con l'utilizzazione di soggetti ibridi o terminali. A fianco di questa attività, nei Paesi a "limitato sviluppo" vi è una notevole presenza di tipi genetici autoctoni che forniscono alimenti di elevato valore nutrizionale, favorendo così una buona tutela dei patrimoni genetici autoctoni.

SUINI. La consistenza sul pianeta terra risulta pari a circa 908.000 milioni di capi nell'anno 2000. E' noto che, nei paesi a sviluppo avanzato (Europa, Nord America, Australia), il mercato del suino e dei prodotti derivati è dominato da poche compagnie multinazionali, pertanto, numerosi tipi genetici autoctoni hanno perduto valore economico. Viceversa, nell'Asia dell'Est e negli altri Paesi considerati "meno sviluppati", i tipi genetici autoctoni svolgono un ruolo determinante nel fornire un alimento di notevole valore "nutrizionale", "extranutrizionale" e "salutistico".

Iniziative italiane a tutela della diversità biologica

L'Italia, che risulta essere uno dei territori più ricchi di unità tassonomiche e di gruppi etnici, è stato uno dei primi paesi ad accogliere l'appello della FAO.

Nel 1983, in Italia, sempre nell'ambito del CNR (Centro di Ricerca Nazionale), è stato costituito un gruppo di ricerca coinvolto nel monitoraggio, nella difesa e nella valorizzazione della risorsa genetica animale nazionale. Contemporaneamente, su richiesta del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (MiPAF), è stato istituito il Registro anagrafico delle popolazioni bovine italiane, nel 1990 quello delle popolazioni equine, nel 1997 quello delle popolazioni ovi-caprine e nel 1999 quello delle popolazioni suine (art. 1 della Legge del 3 agosto 1999 n. 280), affidando la detenzione di questi registri all'Associazione Italiana Allevatori (AIA) e sue Associate.

Il Governo Italiano ha legiferato (DDLL n. 752 del 08/11/1986 e n. 201 del 10/07/1991) sulla "Salvaguardia economica e biogenetica delle razze a limitata diffusione", anticipando la Convenzione sulla Biodiversità Biologica definita a Rio de Janeiro. In virtù della notevole ricchezza di germoplasma animale nazionale, il MiPAF, nell'ambito dei predetti provvedimenti legislativi, ha istituito nel 1990 il Centro Nazionale per la Salvaguardia del Germoplasma degli Animali in Via d'Estinzione (CeSGAVE).

Infine, il 28 ottobre 2004, con D.lgs. n. 705 della Camera, è stata approvata una modifica all'art. 9 della Costituzione che stabilisce che la Repubblica Italiana deve tutelare, oltre che i beni culturali,

anche l'ambiente, gli ecosistemi e gli animali: "...tutela l'ambiente e gli ecosistemi, anche nell'interesse delle future generazioni. Protegge le biodiversità e promuove il rispetto degli animali".

Le regolamentazioni che tutelano le risorse genetiche a rischio d'estinzione sono anche di carattere regionale.

Le istituzioni che hanno intrapreso programmi per la caratterizzazione e la salvaguardia delle popolazioni autoctone hanno agito separatamente; infatti, spesso, si tratta di tipi genetici locali che rivestono una certa importanza solo in ambienti ristretti.

Un'ulteriore iniziativa, attivata dal MiPAF, riguarda il nuovo Programma Interregionale dell'anno 2004 in materia di biodiversità, il quale prevede la partecipazione di tutte le Amministrazioni Regionali al fine di effettuare, sul proprio territorio, interventi in materia di conservazione della biodiversità animale, vegetale, forestale, ittica e faunistica e interventi tesi alla successiva valorizzazione delle risorse genetiche conservate.

L'importanza della biodiversità animale è stata recepita in Italia molto prima della Convenzione sulla Biodiversità e dei successivi regolamenti nazionali o europei. Già alla fine degli anni '70, il MiPAF ha promosso il progetto "Difesa delle risorse genetiche delle popolazioni animali", al quale si può attribuire il grande merito di aver dato il via alla presa di coscienza in Italia di questo problema.

Con la legge n. 124 del 1994, l'Italia ha ratificato e dato esecuzione alla Convenzione sulla Biodiversità. Ha previsto, inoltre, ai fini della salvaguardia e la tutela della diversità biologica vegetale e animale e dei rispettivi patrimoni genetici, un'azione di coordinamento anche attraverso gli Istituti di Ricerca e Sperimentazione Agraria per:

1. catalogare il materiale attraverso l'individuazione, la descrizione e la conservazione dei dati raccolti;
2. diffondere i dati per un'adeguata informazione di quanti operano nel settore della diversità biologica;
3. promuovere un idoneo coordinamento tra tutte le Amministrazioni che sono interessate alla biodiversità, tenuto conto delle attività svolte nel campo dell'alimentazione e dell'agricoltura.

Gli Istituti di Ricerca e Sperimentazione Agraria hanno trasmesso nel 2000 un invito ai ricercatori di tutte le Università italiane, a riferire su programmi che avevano svolto o stavano svolgendo nell'ambito della catalogazione e della caratterizzazione delle risorse genetiche animali, chiedendo precisamente: titolo del programma, obiettivi, popolazione studiate, metodologia seguita, risultati,

pubblicazioni. Tra il 1976 e il 2001 sono stati elaborati ed eseguiti 58 programmi di ricerca sulla biodiversità animale. Questo dimostra il crescente interesse per le risorse genetiche animali da parte degli accademici che si è accompagnato a una presa di coscienza del problema in quasi tutte le regioni d'Italia e dimostra che le amministrazioni locali hanno compreso l'importanza di arginare il pericoloso processo di erosione genetica.

Gli obiettivi delle ricerche sono:

- caratterizzazione (fenotipica, in base alle differenze in sequenze del DNA e in base alle differenze in sequenze proteiche);
- valorizzazione dei prodotti;
- recupero di valori culturali e animali;
- proposte regionali e piani di salvaguardia.

Si evidenzia che, per ogni Tipo Genetico/Tipo Genetico Autoctono, i vari piani di gestione delle popolazioni sono in atto per tutte le specie, (bovini, caprini, ovini, suini, equidi, avicoli) programmi, in alcuni casi, gestiti dall'Associazione Italiana Allevatori per la "Gestione del Registro Anagrafico delle popolazioni autoctone a limitata diffusione".

L'approccio della ricerca zootecnica segue, essenzialmente, un obiettivo di miglioramento produttivo per salvaguardare una popolazione. Per i bovini e per i suini si mette in evidenza che per salvare una razza o popolazione, e quindi valorizzare il territorio di produzione, la caratterizzazione è indirizzata a evidenziare delle differenze con le razze cosmopolite che permettono alla popolazione autoctona di dare un prodotto obiettivamente diverso.

Risulta evidente che la caratterizzazione delle popolazioni è stata percepita come il primo e indispensabile passo da compiere per poter avviare piani gestionali e per conoscere la capacità produttiva che potrebbe essere valorizzata in un mercato particolare.

Documentare la situazione delle popolazioni e descriverne le caratteristiche è il primo punto del programma di conservazione, ma non è sufficiente. Si tratta poi di mantenere queste popolazioni, di incrementarle quando, e se è possibile, e di lavorare per la loro salvaguardia.

Gli aiuti pubblici possono contribuire alla conservazione del germoplasma, ma sono generalmente limitati nel tempo e, senza un'adeguata presa di coscienza da parte degli allevatori e amministratori, rischiano di risolversi in una caduta d'interesse appena cessano i finanziamenti. È, perciò,

indispensabile sviluppare una nuova sensibilità alla salvaguardia del patrimonio animale senza, peraltro, trascurare l'importanza della competitività sul mercato per i prodotti derivati da queste popolazioni, sfruttando le loro caratteristiche di tipicità e di qualità.

Da un'analisi della realtà zootecnica delle varie popolazioni, si possono distinguere due situazioni nettamente diverse:

- TGA ancora presenti e allevati a scopo economico;
- TGA presenti con numerosità minima e prive di un ruolo economico.

I principali motivi di erosione e regressione delle popolazioni autoctone sono di ordine economico. Esse sono state parzialmente sostituite perché "non rendevano" rispetto ad altri TG, ma anche perché:

- non godevano di alcuna sussistenza tecnica;
- non esisteva un'organizzazione di razza;
- gli allevatori, sempre più isolati, perdevano ogni entusiasmo.

Il recupero dei TGA deve, perciò, avvenire indagando su:

- potenzialità produttive;
- potenzialità economiche.

In genere, sui TGA a rischio d'estinzione si hanno esclusivamente informazioni generali sulle caratteristiche somatiche, si hanno pochissimi dati sulle capacità produttive e ancor meno su caratteri secondari quali la fertilità, longevità, mortalità, esigenze alimentari, ecc., per far sì che i TGA allevati in aree difficili e con scarsa disponibilità alimentare svolgano un ruolo essenziale si deve:

- migliorare l'assistenza;
- migliorare il sistema produttivo;
- lavorare per il miglioramento genetico.

Condizioni precarie di allevamento, assenza d'assistenza tecnica e di miglioramento genetico sono tutti motivi per un progressivo degrado di una popolazione e, di conseguenza, per la perdita di potenzialità produttive; pertanto, è necessario, da un lato, incentivare gli allevatori e dall'altro sponsorizzare i prodotti ottenuti.

La conservazione della biodiversità in Sicilia

La Sicilia ospita uno dei patrimoni di biodiversità animale più ricchi d'Italia e, di conseguenza, il rischio ambientale che riguarda la riduzione di questa diversità biologica è molto alto. Le strategie e gli obiettivi da perseguire per poter salvaguardare questo grande patrimonio sono molteplici e interconnessi tra di loro.

A tutela di tale patrimonio sono stati inseriti nel PSR della regione Sicilia 2007/2013 una serie di misure finalizzate a promuovere l'utilizzo sostenibile dei terreni agricoli (Artt. 37, 39 e 40 del Reg. (CE) 1698/2005). In adempimento a tale Regolamento che disciplina il sostegno allo sviluppo rurale da parte del Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale (FEARS), la Regione Sicilia è chiamata a corredare il proprio PSR per il periodo 2007/2013, della specifica Valutazione ambientale Strategica (VAS), ai sensi della Direttiva 2001/42/CE, il cui obiettivo principale è quello di "garantire un elevato livello di protezione dell'ambiente e di contribuire all'integrazione di considerazioni ambientali all'atto dell'elaborazione e dell'adozione di piani e programmi al fine di promuovere lo sviluppo sostenibile, assicurando che, ai sensi della suddetta Direttiva (Art. 1), venga effettuata la valutazione ambientale di determinati piani e programmi che possono avere effetti significativi sull'ambiente" (allegato 3 al PSR versione 4 del 21/01/2008).

La strategia generale del PSR 2007/2013 è costruita sui principi di crescita, di occupazione e di sostenibilità e dovrà perseguire, attraverso un equilibrato uso delle risorse, l'obiettivo di migliorare la competitività e l'attrattività delle zone rurali della Sicilia come luogo in cui investire, lavorare, creare nuovi e migliori posti di lavoro nonché vivere con uguali opportunità rispetto ad altre zone. Pertanto, nell'affrontare i problemi specifici delle zone rurali, sono state prese in considerazione le attuali dinamiche sociali derivanti dalle mutate relazioni tra le città e gli spazi rurali, nonché dal progressivo indebolimento del profilo demografico, che interessa soprattutto le fasce attive della popolazione di vaste aree collinari e montane.

All'Art. 39, del già citato Reg. (CE) 1698/2005, è prevista la misura 214 circa i Pagamenti agro-ambientali che "...riguardano soltanto quegli impegni che vanno al di là delle specifiche norme obbligatorie stabilite in applicazione degli articoli 4 e 5 e degli allegati III e IV del regolamento (CE) n. 1782/2003 (Norme per il mantenimento dei terreni in buone condizioni agronomiche e ambientali) e

dei requisiti minimi relativi all'uso di fertilizzanti e prodotti fitosanitari e di altre specifiche norme obbligatorie prescritte dalla legislazione nazionale e citate nel programma”.

In particolare a sostegno della biodiversità autoctona l’Azione 214/1D “Allevamento di razze minacciate d’abbandono” prevede azioni finalizzate.

Le innovazioni tecnologiche di prodotto basate sul miglioramento genetico animale hanno provocato forti incrementi della produttività delle nuove selezioni, allargando il solco dei redditi fra allevamenti impostati sulle selezioni avanzate e quelli che continuano con le razze autoctone e tradizionali. Nell’ottica dell’incremento dei redditi perseguita dagli allevatori è in corso la sostituzione dei capi autoctoni con quelli più produttivi, con la conseguenza che tendono a ridursi drasticamente i volumi dei prodotti tipici tradizionali, storia e vanto della cultura contadina classica, poiché viene a mancare la materia prima necessaria. Contestualmente, si aggredisce la ricchezza della biodiversità, la cui rilevanza non merita particolari sottolineature. Questa misura è diretta a contrastare tale tendenza, da taluni ritenuta irreversibile.

La valutazione della perdita economica derivante dall’allevamento delle razze minacciate di abbandono è stata realizzata ponendo a confronto le produzioni lorde vendibili ed i costi dell’allevamento delle specie e razze contraddistinte da adeguata produttività più frequentemente allevate in Sicilia, con le corrispondenti specie e razze in via d’estinzione.

Per quanto concerne, invece, il valore attribuibile al mantenimento della biodiversità, esso non può essere oggetto di specifico apprezzamento in termini monetari, ancorché, come è noto, rappresenti una risorsa essenziale ed insostituibile per la società, sicché le strategie ed i modelli d’intervento debbano avere come obiettivo prioritario la conservazione della più ampia possibile biodiversità.

Ai fini della valutazione della perdita di reddito connessa all’allevamento di specie o razze in pericolo di estinzione, anziché di quelle più produttive diffuse, si è fatto ricorso ai dati messi a disposizione dall’Associazione Regionale Allevatori per quanto riguarda i bovini, ovini, caprini e suini e dall’Istituto Incremento Ippico per gli equidi. Enti, questi, responsabili della gestione delle razze e che si avvalgono di una rete di strutture, che effettuano rilievi tecnico-economici negli allevamenti monitorati.

Conoscere per conservare

La domesticazione degli animali e delle specie vegetali ha rappresentato la nascita della agricoltura, un passo essenziale per lo sviluppo demografico e culturale della specie umana.

I processi evolutivi, le mutazioni, l'adattamento, l'isolamento ed i flussi di genotipi hanno creato una enorme diversità di popolazioni animali locali. Negli ultimi secoli, ciò ha determinato la formazione di molte delle razze ben definite utilizzate per vari scopi e con diversi livelli produttivi. Nelle ultime decadi, lo sviluppo di efficienti programmi di selezione genetica ha accelerato il miglioramento genetico in un certo numero di razze. L'inseminazione artificiale ed il trapianto embrionale hanno facilitato la disseminazione del materiale genetico. I progressi nelle tecniche di allevamento hanno permesso lo sviluppo di tecniche alimentari ottimali, lo sviluppo dei trasporti e delle comunicazioni hanno portato alla diffusione di sistemi di allevamento uniformi e strettamente controllati. Le razze altamente produttive si sono diffuse in tante parti del mondo sostituendo le razze locali. Ciò ha determinato una sempre maggiore preoccupazione per l'erosione delle risorse genetiche. Poiché la diversità genetica delle razze poco produttive comprende in se caratteristiche genetiche di interesse attuale e futuro, essa è considerata essenziale per il mantenimento delle future possibilità di selezione ed allevamento.

Perché conservare le risorse genetiche animali di interesse zootecnico?

La comunità scientifica concorda da tempo sulla necessità di conservare la diversità genetica delle risorse animali di interesse zootecnico, considerata elemento vitale per la gestione sostenibile delle risorse genetiche animali.

La diversità genetica è la base necessaria per le variazioni genetiche entro una popolazione. La diversità genetica delle popolazioni animali permette ad una razza o ad una popolazione di poter indirizzare il miglioramento genetico verso diversi obiettivi di selezione o di adattarsi alle variazioni ambientali in senso lato, includendo le variazioni climatiche in rapido cambiamento, le variazioni legate ai cambiamenti della richiesta dei mercati, del management e dei sistemi di allevamento e l'insorgenza di nuove problematiche sanitarie.

A sua volta, la conservazione della diversità genetica delle risorse animali aiuta nel mantenimento della food security nel lungo termine, cioè, in ultima analisi, assicura un'alimentazione adeguata alle generazioni future.

Un valore aggiunto nella conservazione della diversità genetica animale è dato dalla tutela di valori culturali e storici, dalla tutela del patrimonio genetico animale in se e dal soddisfacimento del diritto di una risorsa genetica di continuare ad esistere. Infatti, le razze locali, oltre a rappresentare un prezioso serbatoio di variabilità genetica, svolgono anche un ruolo *ecologico, sociale e culturale* rilevante in quanto contribuiscono alla salvaguardia del territorio, delle comunità rurali e delle loro tradizioni.

La conservazione delle risorse genetiche animali, e quindi della diversità genetica, ha un costo.

Per le razze economicamente sostenibili ed indipendenti nelle attuali condizioni di mercato, il costo può essere impercettibile. La conservazione della risorsa genetica può semplicemente consistere in strategie di selezione ed accoppiamenti finalizzate alla ottimizzazione della risposta genetica nel lungo termine o nella attuazione di programmi di selezione che migliorino la variabilità genetica nelle razze industriali.

Per le razze che non sono economicamente sostenibili nelle attuali condizioni di mercato, invece, sono necessari specifici investimenti economici allo scopo di mantenere le razze danneggiate *in situ* o per la attuazione di programmi di conservazione *ex situ* (crio-conservazione di gameti, embrioni e cellule somatiche di un determinato pool di geni).

Caratteristiche di multidisciplinarietà della conservazione delle risorse genetiche animali

La convenzione sulla diversità biologica enfatizza l'importanza del valore della risorsa genetica. La valutazione economica della FAnGR (Farm Animal Genetic Resources) gioca un ruolo potenzialmente strategico nello sviluppo di programmi di miglioramento e conservazione delle razze.

In condizioni di allevamento intensivo, il valore economico del miglioramento genetico delle razze coincide essenzialmente con la produttività; un valore addizionale viene attribuito alla sopravvivenza, alla efficienza riproduttiva, alla resistenza alle malattie ed alla qualità dei prodotti. Diversamente, nei sistemi estensivi a bassa produttività (low input systems) il più alto valore economico diventa l'adattamento; valori addizionali sono rappresentati dalla resistenza alle malattie o da caratteri quali

la trazione e la capacità di riciclare i nutrienti. Di conseguenza, nei low input systems il valore di una razza non è racchiuso solo nel valore di mercato. Per questa ragione, i metodi di valutazione della biodiversità zootecnica devono andare al di là del mercato e considerare i cambiamenti nelle pratiche agricole, l'intensificazione dei sistemi di produzione, l'uso di razze più produttive ma meno adattate all'ambiente, l'incrocio e l'erosione genetica, così come le politiche nazionali ed internazionali.

Secondo la FAO (2007) sono note più di 7500 razze animali di interesse zootecnico.

La conservazione di tutte le razze è finanziariamente non perseguibile. Un elevato numero di razze si trova nei Paesi in via di sviluppo in cui il principale obiettivo delle attività di allevamento nel breve termine è l'incremento del livello produttivo.

Pertanto solo pochi fondi sono disponibili per la conservazione della biodiversità. Nei Paesi sviluppati, gli investimenti di conservazione a lungo termine non sono sempre considerati importanti dalle società private che gestiscono le risorse genetiche animali, specialmente se sul piano produttivo esiste una forte competitività tra i Paesi. Se le risorse per la conservazione provengono da fondi governativi, l'inclusione di tutte le razze nei progetti di conservazione può non essere il modo più responsabile di spendere i soldi dei cittadini.

La conservazione di tutte le razze può anche non essere giustificabile da un punto di vista scientifico. Alcune razze possono non avere delle peculiarità degne di conservazione né nel breve e nel lungo termine oppure hanno un modesto significato storico e culturale. In altri casi, gruppi di razze possono essere simili geneticamente, e quindi una proporzione sufficientemente ampia della diversità genetica del gruppo può essere racchiusa in una parte della popolazione.

Da questa breve premessa, emerge chiaramente che la conservazione delle risorse genetiche richiede un approccio di tipo multidisciplinare.

La conservazione sostenibile delle risorse genetiche implica delle strategie di valutazione delle FAnGR nel loro ambiente che necessitano di differenti discipline scientifiche, dalla genetica, alla socio-economia al GIS. Un quadro completo delle informazioni richiederebbe infatti l'integrazione dei dati di genetica molecolare, indispensabili per la valutazione della biodiversità, con dati provenienti da altre discipline quali climatologia, geografia, sociologia e scienze economiche. Anche la tecnologia GIS può diventare un valido strumento per l'integrazione dei dati genetici con le variabili del territorio e del paesaggio. In secondo luogo, è necessario individuare delle linee guida per la scelta delle razze e delle

popolazioni da sottoporre a programmi di conservazione per tener conto dei limiti di budget disponibili per l'attuazione dei programmi stessi.

In conclusione, se la genetica, attraverso le analisi molecolari, permette di ricostruire la storia evolutiva di una data specie e di identificare le popolazioni più originali e con maggiore variabilità genetica presenti nelle diverse aree geografiche, l'unione della genetica con le altre discipline permette di identificare le razze da conservare con elevata priorità e le aree dove la conservazione avrà più probabilità di successo perchè inserita in un sistema sostenibile, aiutando ad effettuare le scelte migliori avendo a disposizione risorse limitate.

Gestione delle risorse genetiche animali: conoscenze di base

La gestione delle FAnGR richiede una approfondita conoscenza delle caratteristiche della razza, inclusi dati sulla dimensione e sulla struttura della popolazione, sulla distribuzione geografica, sull'ambiente di produzione e sulla diversità genetica entro le razze e tra le razze (within- and between-breed genetic diversity). I dati demografici devono essere trans-frontalieri, indipendenti cioè dai confini politici degli Stati; i dati relativi all'ambiente di allevamento servono per avere un quadro della capacità di adattamento delle razze e per facilitare il confronto delle prestazioni produttive; la diversità genetica comprende anche i dati di genetica molecolare che permettono di valutare la biodiversità entro e tra le razze.

Caratterizzazione demografica

I dati demografici sono fondamentali per l'identificazione dello **status di rischio** (risk status) di una razza, sono quindi un gradino strategico nella gestione delle FAnGR.

Lo stato di rischio dipende da tanti fattori. In primo luogo dalle **dimensioni e dalla struttura della popolazione**. La dimensione effettiva (N_e) è la misura generalmente utilizzata per la stima dello stato di rischio e permette di determinare anche il tasso di inbreeding di una popolazione.

L'**andamento demografico**, attuale e futuro, è il secondo fattore che influenza lo status di rischio. Un andamento rapidamente decrescente indica un alto livello di rischio. Il monitoraggio dei trend demografici della popolazione è ostacolato dalla carenza di aggiornamenti regolari dei dati demografici. Per ottenere un monitoraggio efficace, i dati dovrebbero essere raccolti almeno una

volta per generazione entro ogni specie, in particolare per le razze a rischio: ogni 8 anni per equini ed asini, ogni 5 anni per i bovini, bufali, ovini e caprini, ogni 3 anni per i suini e ogni 2 anni per i polli.

Il terzo importante fattore è la **distribuzione geografica** della popolazione. Una popolazione più concentrata e più vulnerabile ai disastri localizzati, come ad esempio una epidemia, rispetto ad una popolazione diffusa su un ampio territorio.

I dati demografici ottenuti a livello nazionale devono essere considerati nel contesto demografico globale di una data razza. Una razza diffusa anche in altri Paesi avrà, di conseguenza, una bassa priorità a livello nazionale.

Infine, un quarto importante elemento è costituito dalla **diluizione genetica** causata dagli incroci tra le razze. Non è sempre chiaro se ed a quale grado gli incroci tra le razze abbiano modificato la loro unicità. Ciò si verifica soprattutto nelle cosiddette popolazioni locali, non sempre ben descritte ed identificate, che spesso si mescolano con le popolazioni confinanti. Gli studi di caratterizzazione molecolare delle popolazioni sono di grande aiuto nel rivelare tali relazioni.

Descrizione dell'ambiente e del sistema di allevamento

La descrizione degli ambienti di allevamento è importante per molti aspetti della gestione delle FAnGR. Essa serve per evidenziare le caratteristiche delle razze, basandosi sull'assunto che l'esposizione a particolari climi, risorse alimentari e patogeni abbia condotto a particolari differenze genetiche nell'adattamento a quelle condizioni ambientali. Una descrizione completa dell'ambiente di produzione è di vitale importanza anche per valutare e confrontare le prestazioni delle diverse razze.

Allo scopo di poter confrontare agevolmente i dati e le descrizioni dell'ambiente di allevamento, è necessario sviluppare un set di "descrittori dell'ambiente di produzione" da usare in tutto il mondo.

L'ambiente di allevamento può essere diviso in due campi principali, l'ambiente gestionale e l'ambiente naturale. Molte delle misure comprese nell'**ambiente naturale**, ad eccezione della distribuzione delle malattie e dei parassiti, sono oggi presenti in mappe ad alta risoluzione. La georeferenziazione permette una descrizione accurata delle condizioni pedoclimatiche delle aziende e quindi dell'ambiente fisico a cui le razze si sono adattate.

La sovrapposizione di queste mappe con la distribuzione georeferenzata delle razze permetterebbe una migliore descrizione ed analisi degli ambienti di produzione.

La distribuzione georeferenziata delle razze rappresenta quindi una priorità.

L'**ambiente gestionale** comprende gli aspetti socio-economici e di mercato. Infatti, la descrizione dell'organizzazione e struttura socio-economica delle aziende e degli allevatori danno informazioni sul livello di management aziendale e sulle prospettive di sopravvivenza e sviluppo delle aziende stesse. L'analisi socioeconomica delle regioni indica il grado di sviluppo economico e le opportunità di sbocchi sul mercato dei prodotti animali locali. Le analisi socio economiche hanno il fine ultimo di stimare il valore economico delle razze allevate e la sostenibilità della loro conservazione.

In conclusione, la profonda comprensione degli ambienti di allevamento è uno strumento basilare nella pianificazione dell'uso futuro e dello sviluppo di una razza.

I database di descrizione delle razze

Creare consapevolezza attraverso la disseminazione delle informazioni e una importante componente strategica nella conservazione ed utilizzazione delle FAnGR. Di conseguenza, sono presenti diversi siti web che cercano di perseguire questo obiettivo, spesso con diversi approcci.

Si possono identificare 3 tipi di database.

1) I database gestiti dalle associazioni di razza: descrivono le popolazioni con l'intento di pubblicizzare le proprie risorse genetiche, enfatizzando i caratteri di pregio della razza. Il limite principale di questi database è costituito dall'uso della lingua nazionale.

2) I database nazionali: realizzati in molti Paesi, comprendono la descrizione delle razze considerate parte del patrimonio genetico nazionale da tutelare. A volte presentano una versione in inglese, a volte solo una introduzione. Due esempi sono rappresentati dal "Central Documentation of Animal Genetic Resources" tedesco (<http://www.tgrdeugenres.de>) e dal "Bureau des Ressources Genetiques" francese (<http://brg.prd.fr>).

3) I database internazionali, per i quali sono disponibili un ristretto numero di website.

Negli anni '80 del secolo scorso la EAAP (European Association for Animal Production) ha realizzato un database basato su un questionario contenente numerosi dati effettivi sulle razze europee. Esso è stato la base del DAD-IS (Domestic Animal Diversity Information System) della FAO (<http://dad.fao.org>), un network mondiale che permette la comunicazione tra database nazionali e regionali. Questo sistema di informazioni mira ad una copertura realmente globale, dato che tutti i

Paesi membri della FAO hanno concordato di riportare i dati delle loro razze nel DAD-IS attraverso i Coordinatori Nazionali responsabili della gestione delle FAnGR. Nel DAD-IS sono riportate informazioni racchiuse in oltre 200 campi ben definiti¹⁴.

Attualmente in Europa un network di 13 sistemi nazionali e collegato con il nodo regionale EFABIS che, a sua volta, è connesso con il DAD-IS della FAO. Questa organizzazione regionale potrebbe rappresentare un modello da diffondere in altre aree del mondo.

Caratterizzazione morfologica degli animali in produzione zootecnica

La valutazione morfologica degli animali domestici ha oggi recuperato un peso fondamentale nel processo di selezione. Nel secondo dopo guerra, infatti, la complessità e la lentezza dei sistemi di misurazione contribuirono, in senso negativo, a favorire l'emarginazione della materia, che veniva considerata superata dal crescente peso che assumevano le misurazioni funzionali. Gli esperti che si occupavano di morfologia e di genetica sono invece oggi perfettamente consapevoli del fatto che animali mal conformati non possono sostenere a lungo elevate carriere produttive.

Nei Paesi dell'area tropicale, poi, l'utilizzo di criteri di valutazione validi assume un particolare significato, al fine del progresso zootecnico delle aree interessate, essendo spesso questa l'unica possibilità di comprare gli animali.

Poiché tutti i criteri di valutazione, compreso quello lineare, risultano inadeguati o approssimativi, le sperimentazioni svolte in campo e in laboratorio hanno avuto come fine principale quello di mettere a punto una nuova metodologia di rilevamento morfologico computerizzato, applicabile anche su animali allevati allo stato brado o semi-brado. La tecnica d'analisi d'immagine computerizzata messa a punto su animali liberi, potrà certamente fornire utili contributi all'evoluzione della valutazione morfologica anche in Paesi zootecnicamente arretrati purché in possesso di un certo sviluppo tecnologico di base.

Analisi storica dello studio morfologico

La messa a punto di nuove tecnologie che consentono l'utilizzo in campo dei moderni sistemi d'analisi computerizzata nella biometria zootecnica, nasce da un'idea antica, vale a dire quella di poter misurare con strumenti adatti, in maniera precisa e veloce, alcuni aspetti della conformazione degli

animali d'interesse zootecnico. Si può infatti considerare che, fin dall'antichità, l'uomo sentì l'esigenza di conoscere e valutare gli animali al fine di scegliere i migliori per la riproduzione e per la produzione (Meregalli, 1980). Nei secoli si accumularono osservazioni empiriche che furono tramandate da una generazione all'altra. Esse fornivano un complesso di cognizioni, nelle quali, inizialmente, le superstizioni e le credenze religiose si mescolavano ad elementi più concreti sulla tecnica e l'arte della valutazione e dell'allevamento, quali la conoscenza dell'età, dei mantelli, il rilievo dei difetti, delle tare, ecc. Bisogna però arrivare all'epoca aurea della civiltà greca con Ipparco (II sec. A.C.) e Senofonte (circa 430-350 A.C.) e soprattutto della civiltà romana, per trovare i primi scritti che trattino in modo più o meno completo tale materia.

Solo successivamente lo studio dell'*estriore* dell'animale si considerò come l'arte di stimare i soggetti in base ai rapporti, reali o supposti, fra la loro conformazione e le loro attitudini produttive (Bettini, 1950). Da qui l'importanza che si diede prima allo studio dell'estriore dell'animale e successivamente, alla possibilità di eseguire misurazioni somatiche esatte, con la conseguenza di far assumere al concetto di valutazione un più preciso significato tecnico e scientifico.

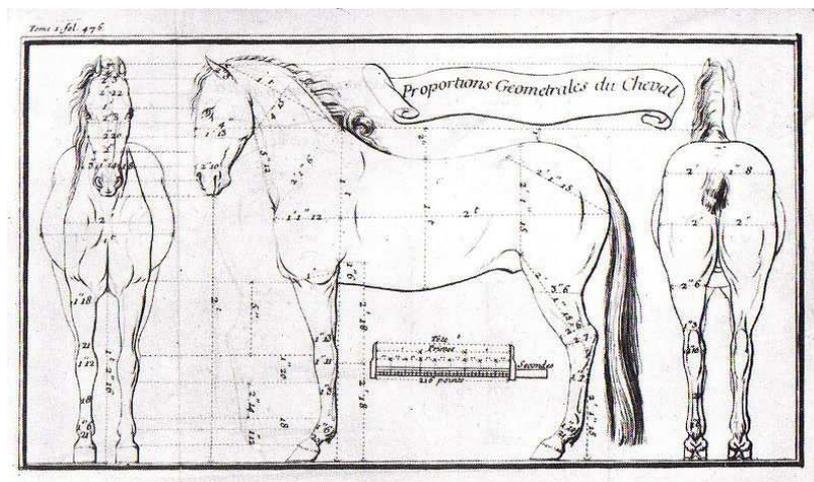


Immagine 1 - Proporzioni del corpo del cavallo secondo Bougelat

A questo proposito notevole importanza ebbe C. Bourgelat, direttore dell'Accademia di equitazione e della Scuola di Veterinaria di Lione, che si può a buon titolo definire il fondatore della materia.

Nel lavoro *Traité de la conformation extérieure du cheval* del 1768 egli gettò le basi della Zoognostica cercando di dare un contenuto scientifico a tutte quelle norme e cognizioni che fino ad allora erano tenute in grande considerazione nella valutazione commerciale del cavallo (Bourgelat, 1768).

In tale opera egli tentò di stabilire quali dovevano essere le caratteristiche morfologiche e tipologiche del cavallo da sella, presupponendo l'esistenza di stretti rapporti fra tali caratteri e le attitudini funzionali di questo tipo di animale (immagine 6).

La scelta finale del soggetto dunque si basava soltanto sulle caratteristiche esteriori. Alla luce di ciò si comprende perché i Bouley non avesse alcun dubbio ad affermare che *è sulla superficie esterna del corpo di un animale che si trova scritto e formulato il suo valore* (Meregalli, 1980).

In Italia, lo studio sull'*Extérieur du cheval* si diffuse in particolar modo con C. G. Brugnone, direttore della R. Mandria di Chivasso che, nel 1802, pubblicò il trattato *Ippometria: ossia misurazione esteriore del cavallo, dell'asino, del mulo, delle loro bellezze e difetti*. Nel 1861 poi A. Cristin, professore della Scuola di Medicina Veterinaria di Napoli, pubblicò il suo trattato dal titolo *Conoscenza delle parti esterne degli animali domestici utili* in cui adottò, per la prima volta, come titolo riassuntivo della materia, il termine Ezoognosia, ovvero conoscenza degli animali dal di fuori.

Queste teorie non furono applicate però solo sul cavallo, che certamente all'epoca rivestiva un ruolo di primaria importanza nella vita sociale, economica e militare, ma anche sugli altri grandi animali di interesse zootecnico, come i bovini. gli studi dell'epoca davano infatti, ad esempio, molto credito a correlazioni empiriche fra segni particolari presenti sugli animali e la quantità o la qualità del latte prodotto (Cugnini e Peli, 1954; Magliano, 1950).

Per molto tempo, quindi, pur essendo già disponibili misure quantitative della produzione, la valutazione degli animali zootecnici continuò ad essere effettuata in base al solo esame delle caratteristiche esterne, seguendo gli insegnamenti di Bourgelat ed il programma di Bouley, arrivando così alla massima espressione di quel *formalismo zootecnico*, a base di misurazioni numerose e minute, integrate con complicate schede di punteggiaggio, che rimasero in auge in Germania e nei Paesi Latini fino agli inizi del 1900.

Evoluzione degli strumenti di misura nella zoometria

I primi strumenti di misurazione costruiti e applicati per lo studio morfologico furono i bastoni, gli ippometri, i nastri misuratori, i compassi e i goniometri. In particolar modo per le misurazioni lineari, meritano considerazione lo *strumento di Kaltengger* costruito dall'Ing. Real meccanico E. Krafft a Vienna e lo *strumento di Lydtin*, realizzato dal meccanico di corte Sikler di Karlsruhe (Tamaro, 1901). Entrambi questi strumenti erano costruiti in modo tale da poter misurare esattamente l'altezza dal suolo, l'estensione di qualunque parte del corpo, come pure le distanze fra due punti.

L'*ippometro* è normalmente foggiato come bastone da passeggio munito di una solida asta metallica centimetrata che si invagina nell'astuccio di legno a canna. L'asta porta alla sua estremità superiore un'asticina che mediante apposita molla si può disporre e mantenere ad angolo retto rispetto alla prima. Quando si deve misurare l'animale, il bastone e la relativa asta di prolungamento si manterranno verticalmente e l'asticina terminale, che sarà allora orizzontale, verrà appoggiata sul garrese, o sul dorso, ecc., si legge allora la misurazione ottenuta sull'asta metallica al punto preciso in cui penetra nella canna di legno che serve a contenerla (immagine 7; foto 2-).

Il *bastone misuratore di Lydtin* (immagine 8) per i grossi animali, era costituito da un regolo di legno di forma cilindrica portante due sale centri metriche, delle quali quella di un lato partiva dallo zero (punto d'appoggio del bastone per le misurazioni in altezza) e l'altra incominciava in basso da 220 cm e andava gradatamente scalando (Magliano e Fauilli, 1961).

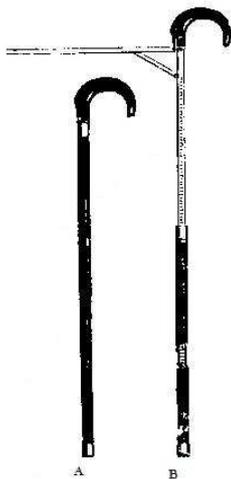


Immagine 7 - Ippometro foggiato a bastone;
A) chiuso, B) ad asta evaginata

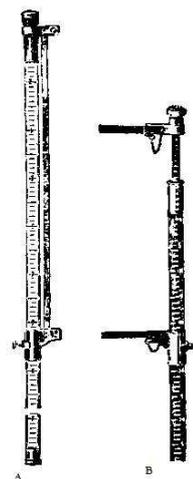


Immagine 8 - Bastone di Lydtin; A) chiuso,
B) aperto per mostrare le aste trasversali

All'interno della grossa canna vi era una solida asta metallica lunga esattamente un metro che poteva essere tratta dal fodero parzialmente o totalmente e che recava due scale di tipo centrimetrico corrispondenti a quelle del bastone. Una di essa non era la continuazione di quella precedente e serviva essenzialmente per le misure verticali maggiori (esempio altezza al garrese e alla groppa) ed era disposta in modo che la lettura si potesse fare al punto di invaginazione. L'altra scala, invece, serviva per le misure longitudinali maggiori come ad esempio la lunghezza trasversale del tronco, e segnava lo zero all'apice e un metro quando l'asta era totalmente tratta dal fodero. Si continuava in questo modo con la corrispondente divisione, che si trovava sopra il bastone, la quale arrivava fino a 21 cm. Per effettuare altre misurazioni, come la profondità del corpo e la lunghezza della groppa, l'asta metallica interna era munita, al suo estremo superiore, di un'asticella che si poteva disporre normalmente. Il bastone recava inoltre un'asta di tipo scorrevole che, quando necessitava, si poteva disporre sullo stesso piano dell'asticella di cui sopra, facilitando così l'assunzione della misura di spessore, di lunghezza, ecc.

I numerosi bastoni misuratori che fino ad oggi si sono impiegati sono tutte modificazioni più o meno felici di quelli fin'ora illustrati, come ad esempio quello inventato da Aguzzi e chiamato *somatometro*. Strumento questo descritto dall'Autore come il migliore rispetto agli altri all'epoca a disposizione (Aguzzi, 1927).

Il somatometro, infatti, era in grado di rilevare tutte le misure, anche le più piccole in altezza, lunghezza e larghezza del corpo animale, salvo naturalmente le circonferenze, per le quali era ancora indispensabile l'uso del nastro metrico.



Foto 22 – Misurazione della lunghezza del tronco



Foto 23 - Misurazione dell'altezza

Lo strumento era inoltre in grado di dare misure molto esatte e di facile, consentendo quindi anche una maggiore velocità delle operazioni. Era poi descritto come elegante, molto pratico, poco ingombrante e poco pesante (2,15 kg), robusto e non soggetto ad ossidazione essendo stato costruito interamente in rame. Nel lavoro di presentazione si illustrava, infine, anche il suo funzionamento per l'esecuzione di alcune delle più importanti misurazioni quali ad esempio l'altezza del corpo, del tronco, dei diametri trasversali, ecc.

Per le altre misurazioni somatiche erano invece utilizzati il *compasso misuratore*, il *nastro metrico* e il *goniometro*.



Immagine 9 - Compasso misuratore

Il compasso misuratore (immagine 9) serviva molto bene per le misure che si riferivano a diametri di non grandi entità, quali quelli trasversali della testa, che non era comodo determinare con il bastone di Lydtin. Tale strumento era molto semplice, costituito da due braccia curve e mobili che alle estremità, libere, portava un piccolo bottone. Le braccia erano munite di un regolo rapportatore che indicava, in centimetri, la reale distanza intercorrente tra le due punte quando il compasso si allargava.

I nastri metrici (immagine 10) erano impiegati per tutte le misure di tipo perimetrale. Erano muniti di una fibbia entro la quale si faceva passare il nastro stesso quando aveva abbracciato l'intera circonferenza della regione da misurare, in modo che esso potesse essere opportunamente teso e rovesciato al punto in cui si doveva leggere la misura ricercata.

Alcuni di tali nastri erano messi a punto anche per la determinazione indiretta del peso vivo in chilogrammi tramite misurazione della circonferenza toracica.

I goniometri (immagine 11), utilizzati invece per le misurazioni degli angoli, erano costituiti essenzialmente da un'asta mobile che si spostava su un arco graduato, sostenuto da una barra fissa, a cui corrispondeva il valore zero della scala.

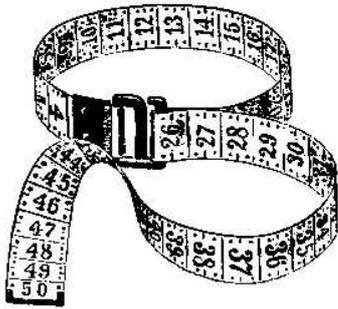


Immagine 10 - Nastro misuratore

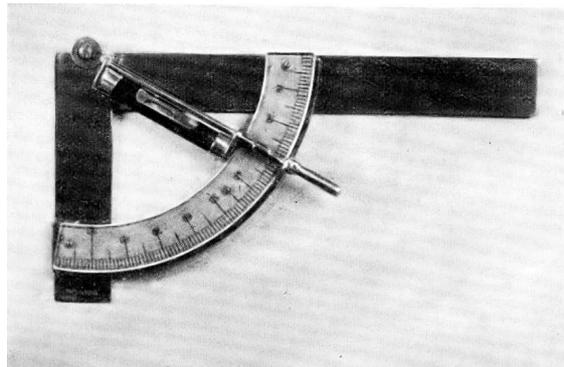


Immagine 11 - Goniometro Duerst per la misurazione dell'angolo costale

In alcuni modelli tutte le parti erano mobili in maniera che lo zero potesse corrispondere ad una qualsiasi delle due branche del compasso. Un goniometro semplice fu quello inventato da Duerst nel 1931 per la misurazione dell'angolo costale. Esso era costituito da due laminette metalliche di breve lunghezza, una da 20 a 25 cm e l'altra da 10 a 12 cm, disposte ad angolo retto e riunite da un arco di cerchio di 90 gradi che serviva per la lettura del valore dell'angolo. Dal punto d'incontro delle due lamine partiva un'asta mobile che poteva scorrere sull'arco graduato e recava una livella a bolla d'aria che serviva ad indicare quando il movimento dell'asta doveva arrestarsi, affinché la misura dell'angolo risultasse più esatta. Per l'uso si applicava l'asta di maggiore lunghezza (munita di due uncini d'arresto) sulla parte superiore del rilievo fatto dall'ultima costa (lato destro) e si muoveva l'asta fino a quando la bolla della livella risultava centrata. Si leggeva poi sul quadrante il valore dell'angolo e si calcolava il valore di quello ad esso complementare. L'idea di misurare l'angolo d'inserzione delle costole ebbe grande importanza storica e ancora oggi si usa pur empiricamente per una valutazione ad occhio del grado di dolicomorfismo degli animali.

Evoluzione del sistema di valutazione morfologica

Fino alla fine del XIX secolo, l'animale non era giudicato nelle sua particolarità, ma nel suo insieme, nel suo aspetto generale e nella sua conformazione, rispetto ad un animale ideale per scopi zootecnici. Un animale, quindi, che corrispondesse soltanto per delle particolarità al modello ideale, già a priori, dava la certezza che le medesime non avrebbero potuto supplire ai difetti riscontrati. Solo se l'animale superava l'esame preliminare nel suo insieme, si poteva poi completarne il suo giudizio con un esame più particolareggiato il cui risultato modificava o confermava quello fatto in precedenza.

L'esame particolareggiato riguardava lo sviluppo soltanto di certi organi o certe parti, perché lo sviluppo di questi o di quelli davano un indizio di produttività dell'animale. Essenziali erano, per qualunque genere di produzione gli indizi individuati dalla conformazione esterna degli animali che indicavano un buon funzionamento degli organi interni. Gli studiosi dell'epoca si erano resi conto, però, che studiando solo esternamente l'animale non si poteva giudicare lo sviluppo e l'attività produttiva di questi organi, ma si poteva solo constatare lo stato di salute dell'animale stesso. Bisognava quindi conoscere le condizioni sotto le quali tali organi si erano sviluppati ed in quale rapporto dovevano stare l'uno con l'altro oltre che conoscere, anche, quali forme esterne risultavano più convenienti o, in altri termini, quali erano le forme che si potevano proporre per tipo ad ogni funzione economica dell'animale.

Gli studi fatti fino ad allora non erano però sufficienti per risolvere tutte le questioni e tutti i problemi relativi a tale argomento e tanto meno si era in grado di formulare delle regole da suggerire agli allevatori.

Per l'importanza che a tali osservazioni si dava era dunque necessario che esse non soltanto fossero numerose ma si richiedeva anche un'elevata diligenza e precisione nell'eseguirle in modo che potessero fornire un durevole e prezioso materiale per i debiti confronti. Bisognava quindi che le osservazioni fossero svolte con procedimento uniforme e che i risultati venissero registrati; in questo modo si poteva fissare la forma del corpo e quindi le proporzioni tra le diverse parti. Tale branca della Zootecnia, che si interessava delle misurazioni, prese il nome di *zoometria* o *zoometrica*.

Lo studio così particolareggiato dell'aspetto morfologico portò di conseguenza anche all'introduzione del primo sistema di *valutazione a punti* che sommati davano la valutazione d'insieme dell'animale. Questo sistema venne adottato per la prima volta per giudicare i cavalli e i bovini (Tamaro, 1901).

L'importanza che si dava alle misurazioni era molto elevata, per non dire eccessiva, pur se spesso esse avevano più una finalità scientifica che pratica. Tra le misure, le più importanti erano considerate quelle che fornivano le dimensioni e le proporzioni del corpo con riferimento a punti di repere scheletrico facilmente identificabili, evitando invece quelle riguardanti le parti abbondantemente coperte da carne e dal grasso, mutevoli e male rilevabili. Si cercava anche di limitare le misurazioni in modo da rendere più sollecite le operazioni. Rispetto al modo di effettuare i rilevamenti si affermava che le distanze dovevano prendersi sempre in linea retta senza cioè seguire i contorni del corpo, cosa questa alquanto difficile con gli strumenti tradizionali (Negretti, 1993). L'animale doveva anche trovarsi in un piano orizzontale perfettamente in appiombato e in posizione normale e non forzata.

Fin dall'inizio, si erano riscontrate difficoltà notevoli sia nello stabilire punti di repere e sia nell'individuare con esattezza l'asse dei segmenti di determinazione degli angoli stessi. Tali cause fecero sì che solo di rado i rilevamenti angolari riuscissero esatti e di conseguenza questi furono i primi ad essere abbandonati a vantaggio delle stime ad occhio. Per quanto concerne gli altri strumenti costruiti per le misure di tipo lineare, anch'essi mostrarono ben presto forti limiti nell'applicazione in campo. Tra questi il notevole tempo richiesto per effettuare ogni singola misura e spesso l'impossibilità di rilevarla su animali indocili (Tamaro, 1901).

Nasce quindi l'esigenza di un cambiamento nel sistema di valutazione; si era capito che la scelta degli animali, esclusivamente dall'esame morfologico, non offriva garanzie sufficienti per individuare i soggetti migliori.

Proprio intorno al 1900 nasce una nuova scienza denominata *Biometria*, che avrebbe ben presto avuto un'influenza diretta nello studio scientifico e statistico dei fenomeni biologici, anche nel campo zootecnico. Dopo i primi contrasti essa infatti si impose presto all'attenzione degli studiosi ed acquistò un'importanza tale che nel 1901, Galton, ritenuto, secondo R. Pearl, 1930, il fondatore di questa ricerca, in unione con K. Pearson e con i naturalisti W.F.R. Weldon e G.B. Devenport, fondò la rivista *Biometrika*. Iniziò così a diffondersi lo studio matematico-statistico moderno dei fenomeni della

evoluzione, accogliendo successivamente i lavori condotti con metodologia statistica nei più svariati campi della biologia.

Il termine biometria, fu indicato da Boldrini (1934), come il *sistema delle indagini statistiche sulle popolazioni e sulle forme degli organismi viventi, nella loro tecnica di esecuzione, nella loro significazione, nella loro finalità, nei risultati*. Una tale concezione della biometria, osserva il Boldrini, è *così vasta per cui tale scienza potrebbe essere praticamente divisa in tante branche corrispondenti agli ambiti scientifici, nei quali rientrano gli argomenti di volta in volta trattati: ordinariamente però, si vuole raccogliere sotto la denominazione generica di biometria, lo sviluppo di varie questioni biologiche tra loro indipendenti, ma tenute insieme dalla unità del metodo che è quello statistico*.

Nell'ambito strettamente zootecnico lo studio biometrico e statistico assunse, in seguito, un'importanza sempre maggiore. Secondo il Giuliani (1942) tale scienza permetteva, fin dove era possibile, di sostituire il metodo descrittivo soggettivo con quello matematico obiettivo nella descrizione delle razze, con particolare riguardo alla variabilità dei caratteri etnici, trovando così la sua più logica ed utile applicazione. Tale metodo biometrico comunque non poteva essere applicato allo studio di tutti i caratteri, ma solo a quelli suscettibili di misurazione e di valutazione matematica e quindi esprimibili in cifre.

L'importanza che si iniziava a dare a questo nuovo metodo nella zootecnia era comprovata, inoltre, da numerose ricerche rivolte alla descrizione delle razze animali allevate e più precisamente alla rappresentazione dei caratteri etnici suscettibili di essere misurati. Gli studi effettuati contribuirono ad una evoluzione della Ezoognosia, ovvero della conoscenza degli *animali da fuori*, verso uno studio più approfondito e completo dove, oltre alla considerazione della conformazione esterna degli individui, si aggiungevano i metodi di giudizio basati anche sui controlli funzionali e sulle registrazioni genealogiche.

Tale nuovo metodo di valutare gli animali portò all'introduzione, nel 1940, del termine *Zoognostica*, proposta dal Giuliani ed accettata dalla riforma dell'ordinamento degli studi della Facoltà di Agraria (Meregalli, 1980). Gli allevatori, però, si orientarono sempre più verso una selezione basata unicamente sulla produzione e finirono col trascurare quei caratteri di conformazione che erano espressione di uno sviluppo armonico e di una sana costituzione, con il risultato di avere popolazioni altamente produttive, ma allo stesso tempo con evidenti deficienze morfologiche che comportavano

brevi carriere zootecniche. Come riportava il Paci, recuperando il valore dei parametri morfologici: *la giusta via, sta nel mezzo, e cioè nella valutazione degli animali basata: sia sulle forme, in quanto sono l'espressione della costituzione, e l'immagine plastica della funzione; che sulle funzioni economiche, in quanto sono condizionate dalle forme e costituiscono lo scopo precipuo dell'industria zootenica* (Paci,1947). Da questa considerazione si sviluppò il ripensamento che contribuì allo sviluppo della zoognostica moderna, ovvero quella che realizza una valutazione integrale dell'animale con rilevazioni che interessano le caratteristiche morfologiche, fisiologiche e genotipiche. Diventando quindi una disciplina che non si occupava più solo *dell'esteriore conformazione*, ma si integrava con le caratteristiche funzionali e genetiche dell'animale.

Di conseguenza anche la valutazione morfologica dei grossi animali zootecnici, in primo luogo delle bovine da latte, dove peraltro raggiunse il massimo interesse, subì cambiamenti continui passando dalle vecchie teorie già illustrate, al principio della desiderabilità o meno di un carattere (sistema di codici), per evolvere poi al sistema lineare adottato oggi in tutto il mondo (ANAFI, 1994; ANARB, 1998).

Attualmente il sistema di valutazione lineare facilita enormemente i programmi di miglioramento genetico. Permette infatti l'applicazione di razionali piani di accoppiamento con interventi mirati sia alla correzione di precise morfologie difettose, senza intervenire negativamente sui caratteri produttivi, sia al miglioramento delle produzioni, senza pregiudicare la bellezza funzionale degli animali. Nel 1994 tale sistema lineare ha subito un'ulteriore evoluzione; pur basandosi, sempre, su di una impostazione razionale e oggettiva, è limitato dalla soggettività intrinseca del valutatore che ha il compito di formulare il giudizio di stima dei parametri morfologici da convertire poi in valori lineari (Negretti, 1993; Filippi Balestra et al., 1994; Bianconi e Negretti, 1999).

La Caratterizzazione genetica

Per facilitare e razionalizzare il mantenimento della diversità genetica è essenziale quantificare la biodiversità all'interno di una razza o popolazione. Specifici marcatori genetici possono essere usati per questo scopo.

La caratterizzazione genetica parte dalla conoscenza morfo-funzionale delle popolazioni. Il polimorfismo genetico comprende, infatti, l'eredità dei caratteri a variazione discontinua

(citogenetica, genetica del polimorfismo biochimico, immunogenetica, genetica dei colori e dei geni ad effetto visibile) e l'eredità dei caratteri a variazione continua.

I primi studi hanno interessato i caratteri morfologici determinati da geni ad effetto visibile, quali quelli responsabili della colorazione e della pezzatura del mantello, la lunghezza del pelo, la presenza o assenza di corna, di tette, orecchini, la conformazione dell'arco fronto-nasale, la lunghezza del padiglione auricolare, della coda ecc.

Marcatori biochimici (polimorfismi delle proteine) e tratti fisiologici (come l'attività enzimatica) sono state anche largamente applicati per stimare la variazione genetica all'interno e tra le popolazioni. Questi sistemi di marcatori, però, dimostrano un grado piuttosto basso di polimorfismo espresso da un alto grado di somiglianza nelle frequenze geniche tra popolazioni e linee, specialmente quando sono strettamente correlate. Un'altra classe di marcatori polimorfici, marcatori immunogenetici, come i gruppi sanguigni, sono caratterizzati da complicazioni di genotipizzazione e richiedono un accurata identificazione del locus e dell'allele. Così, analisi di variazione genetica basata su questi sistemi marcatori sono stati riconosciuti essere di potere limitato per studi di biodiversità.

Oggi, si ricorre ad analisi sul polimorfismo del DNA. Le tecniche scaturite dall'applicazione delle conoscenze della struttura del DNA e della biologia molecolare del gene sono di estremo vantaggio per studiare la biodiversità dal livello genomico a quello dell'ecosistema e anche per conoscere l'origine, la consistenza numerica, la composizione in specie, le caratteristiche individuali e di gruppo, le modalità di conservazione, per raggiungere il concreto, finale, scopo dell'utilizzazione corretta delle risorse genetiche animali.

Le biotecnologie idonee per studiare la biodiversità si avvalgono di una serie di marcatori molecolari sempre più efficienti, particolarmente quelli che si basano sull'amplificazione di specifici segmenti di DNA mediante la «reazione a catena della polimerasi - PCR».

I marcatori molecolari, a differenza di altri marcatori genetici, permettono di rilevare la diversità (mutazioni) di regioni di DNA omologhe in individui diversi appartenenti alla stessa specie. Queste tecniche si basano sull'identificazione di specifiche regioni di DNA (loci genomici) che in virtù della loro presenza caratterizzano in modo univoco una determinata regione del DNA e quindi l'individuo a cui appartiene. Queste regioni di DNA possono essere rilevate attraverso sonde (probe) o inneschi (primer) specifici. I marcatori molecolari non sono necessariamente riferibili all'attività di specifici

geni, in quanto possono essere ubicati sia in regioni espresse, sia in porzioni spaziatrici dei diversi geni. La misura della variabilità genetica attraverso l'indagine dei marcatori molecolari, prevede l'identificazione delle variazioni nella sequenza nucleotidica dei marcatori stessi ovvero l'analisi dei loro polimorfismi. Maggiore sarà il numero di polimorfismi associati ad un determinato marcatore, migliore sarà il potere discriminante del marcatore stesso e quindi le informazioni che fornirà.

In tempi recenti si è assistito a una proliferazione dei sistemi molecolari per l'analisi del polimorfismo genomico, che si differenziano per il tipo di sequenze analizzate e/o per il tipo di tecnica usata.

Molti di essi sono stati impiegati per studi di diversità genetica come i marcatori RFLP (restriction fragment length polymorphism), RAPD (random amplified polymorphic DNA), AFLP (amplified fragment length polymorphisms) mtDNA (mitochondrial DNA), VNTR (variable number of tandem repeat) o minisatelliti, STR (Short tandem repeats) o microsattelliti e più recentemente gli SNPs (single nucleotide polymorphisms).

I minisatelliti

I minisatelliti ipervariabili scoperti da Jeffreys (Jeffreys et al. 1985) corrispondono a regioni disperse su più cromosomi. Sono sequenze particolari, poiché sono ripetitive, disperse e molto polimorfe. A differenza della famiglia degli alfa-satelliti, presente solo nell'eterocromatina dei centromeri di tutti i cromosomi, queste sequenze sono disperse a caso su tutti i cromosomi al di fuori dell'eterocromatina, ad eccezione dei cromosomi X e Y. Si tratta di una famiglia di sequenze ripetute in tandem caratterizzate da un motivo centrale di 11-16 paia di basi. Per ogni localizzazione cromosomica i minisatelliti hanno una notevole variabilità, spiegabile ammettendo una frequenza molto alta di ricombinazioni ineguali-10 volte superiore al valore medio della meiosi dovuto all'organizzazione in tandem e alla struttura stessa del motivo centrale.

Questo tipo di sequenza permette di analizzare contemporaneamente una sessantina di loci autosomici in un solo individuo. Dal momento che ciascuno di essi è multiallelico e possiede un valore informativo ideale (PIC=1), la probabilità di trovare 2 soggetti non consanguinei con un profilo di restrizione identico è molto bassa. L'immagine ottenuta è un'impronta genetica individuale credibile, nella quale ogni soggetto appare come il risultato di un assortimento particolare di alleli parentali. I

minisatelliti permettono di stabilire facilmente la specificità genetica di un individuo o di una linea cellulare e di stabilire la sua filiazione.

I microsatelliti

I microsatelliti o STR (Short Tandem Repeats) sono brevi sequenze di DNA, lunghe da 1 a 4 basi e ripetute un numero variabile di volte. La ripetizione AT è la più frequente nelle piante mentre nei mammiferi è più frequente la ripetizione AC. Esse differiscono dall'altro gruppo di VNTR (Variable number tandem repeats), i minisatelliti, per la lunghezza del motivo (core repeat). Nei minisatelliti, infatti, la lunghezza del motivo ripetuto è di qualche decina di basi. Queste sequenze di DNA microsatellite sono presenti in grande abbondanza in tutti i genomi, e presentano un livello elevato di ipervariabilità all'interno di ciascuna specie, che li rende un ottimo strumento sia per il mappaggio sia per il fingerprinting. Sono una delle componenti del DNA non codificante che rappresenta oltre il 90% delle sequenze dei genomi di grandi dimensioni, come possono essere quelli degli animali. Oltre alla specifica sequenza di DNA ripetuta, i parametri che caratterizzano questo tipo di ripetizioni a livello quantitativo sono : la lunghezza dell'elemento ripetuto; il numero di volte che in media l'elemento è ripetuto in tandem (che ne fissa pertanto la dimensione); il numero di sequenze simili che si trovano in altre localizzazioni del genoma. La loro utilità operativa risiede, infatti, nella variabilità molto elevata del numero di unità ripetute riscontrabile tra differenti individui in molti dei siti cromosomici in cui sono localizzate. Il numero molto grande di combinazioni possibili può permettere di differenziare due individui con facilità. Poiché il numero di ripetizioni nelle regioni extrageniche può variare di molto, non essendo di solito vincolato dalla necessità di non alterare una sequenza genica codificante, i microsatelliti presentano uno spettro di variabilità superiore a quello rappresentato dalla semplice alternativa di quattro possibilità in una determinata posizione nucleotidica.

I microsatelliti costituiscono un esempio estremo di ripetizioni in tandem. Il numero di ripetizioni non supera la quarantina, cifra molto meno elevata di quella che si trova nelle VNTR, in cui si possono avere più di 1000 ripetizioni. Il limite inferiore delle ripetizioni è attorno ad una dozzina. Al di sotto di questa cifra, il microsatellite cessa di essere informativo, e gli alleli non possono più essere distinti. Se vengono considerati i microsatelliti a 2nt, i più frequenti e meglio studiati, il polimorfismo consiste in una serie di alleli la cui grandezza è compresa fra 24 e 80 bp, con differenze che vanno di 2 in 2. Tali

variazioni non erano rivelabili con il metodo di Southern. Da quando furono per la prima volta descritte, dopo il 1981, bisognò aspettare la diffusione della PCR perché fosse riconosciuto il loro carattere altamente polimorfo (Weber e May; Litt e Luty; 1989). Allineando primers nelle regioni fiancheggianti il microsatellite, che sono uniche e caratteristiche del locus, è possibile amplificarlo per PCR e analizzare i prodotti della reazione in un sistema elettroforetico sufficientemente discriminativo per permettere di distinguere variazioni di 2 basi su una lunghezza totale di un amplimero compresa fra 70 e 200 bp FIGURA pag 187

I microsatelliti di tipo (CA)_n/(GT)_n, sono i più frequenti e meglio caratterizzati. In più essi sono altamente polimorfici (il numero di alleli osservati è tanto più grande quanto è più lungo il microsatellite) ed il loro grado di informatività è elevato (PIC > 0,6 per più del 50% di essi).

Il meccanismo ammesso generalmente per spiegare la grande variabilità individuale delle ripetizioni all'interno dei microsatelliti è l'errore per scivolamento intracromatidico (strand slippage) al momento della replicazione. La caratterizzazione del polimorfismo di un microsatellite utilizza la reazione di PCR, che impiega primers oligonucleotidici localizzati nelle sequenze fiancheggianti uniche. Il prodotto di amplificazione viene in seguito analizzato per elettroforesi su gel di poliacrilamide, del tipo dei gel di sequenza, l'unico capace di discriminare variazioni di 2 nt.

Sono due le ragioni principali che hanno posto i microsatelliti in primo piano rispetto agli altri marcatori polimorfici. La prima è di ordine metodologico: la relativa semplicità di impiego, e la possibilità di automatizzazione, che facilitano considerevolmente le analisi di linkage. L'altra è di ordine genetico: i microsatelliti sono molto spesso assai informativi, perché multi-allelici e caratterizzati da elevato grado di eterozigosità. E' subito sembrato che essi fossero molto numerosi e, apparentemente, regolarmente ripartiti nel genoma, fatto che li rende marcatori ideali. Per questo essi sono ricercati attivamente, sia in una data regione per migliorare la mappa genetica, o all'interno di un dato gene per migliorare la diagnostica semidiretta, sia sistematicamente nel quadro del progetto generale di mappatura del genoma umano.

La loro importanza è stata riconosciuta, presto, anche per studi di biodiversità animale (Mac- Hugh et al. 1994) e la FAO, attraverso il Global Project for the Measurement of Domestic Animal Genetic Diversity (MoDAD; FAO, 1995) ha standardizzato l'uso di questi marcatori per caratterizzare la variazione genetica all'interno e tra le razze.

Correntemente i microsatelliti, infatti, sono stati utilizzati in molti studi di diversità genetica che riguardano la maggior parte delle specie animali di interesse zootecnico. (Iamartino et al. 2005; Cañon et al. 2006; Peter et al. 2007; Behl et al. 2007; Dadi et al. 2008).

RAPD

Sono stati tra i primi marcatori molecolari basati sull' amplificazione mediante PCR, ne differiscono, essenzialmente, per il fatto che l' amplificazione del DNA non è più mirata a sequenze predeterminate, bensì casuale. Vengono, infatti, usati, a differenza della PCR, dei primers di sole 10 paia di basi con sequenza casuale. Essendo i primers a corta sequenza, trovano numerosi siti di attacco sul DNA. La perdita di un sito di aggancio o il suo allontanamento determina l' impossibilità di amplificazione e quindi la comparsa di un polimorfismo che, per i RAPD, è di tipo dominante (presenza o assenza di banda). I frammenti, separati su gel di agarosio ad elevato potere risolutivo ed evidenziati con etidio bromuro, vengono osservati su transluminatore a luce ultravioletta; Negli ultimi anni l' analisi dei frammenti è facilitata e velocizzata grazie all' uso di "analizzatori di immagini".

Essi sono stati usati estesamente per studi di variabilità, filogenesi e fingerprinting perché le tecniche analitiche richieste sono molto più semplici e relativamente economiche rispetto ad altri marcatori molecolari. La scarsa riproducibilità dei profili di amplificazione e la dominanza, che non permette di rilevare gli eterozigoti, ne limitano, tuttavia, le applicazioni, ostacolando il loro uso.

AFLP

Sono marcatori molecolari prodotti combinando le tecniche sia degli RFLP che della PCR. La tecnica si basa, infatti, sulla amplificazione selettiva di una serie di frammenti di restrizione utilizzando la PCR (Vos et al., 1995). Le potenziali applicazioni degli AFLP includono screening di marcatori DNA legati a tratti genetici, analisi parentale, genotipizzazione forense, marker diagnostici per patogeni che causano malattie, e genetica di popolazioni. Inoltre, poiché la tecnica degli AFLP può essere applicata ad un' ampia varietà di organismi di cui non si conoscono precedenti informazioni sulla sequenza del DNA, questa tecnica è uno strumento molto utile per l' analisi di fingerprinting del DNA.

Gli AFLP possono essere utilizzati per distinguere anche organismi strettamente correlati. Le differenze nelle lunghezze dei frammenti generati da questa tecnica possono essere generate da cambiamenti presenti ai siti di restrizione o da inserzioni o da delezioni presenti all'interno del DNA.

I dati generati con gli AFLP sono di solito trattati come marcatori dominanti, finché l'identità dell'omo/eterozigote non può essere stabilita. Comunque il grande numero di bande dà una stima della variazione lungo l'intero genoma, dando così una buona immagine generale del livello di variazione genetica.

L'insieme di bande ottenuto o "fingerprinting" può essere utilizzato per monitorare l'identità di una banda o il grado di similarità tra bande. Quando sono comparati infatti i differenti "fingerprinting" di specie simili possono essere osservate sia bande comuni che bande differenti.

Gli AFLP presentano numerosi vantaggi rispetto ad altre tecnologie quali RAPD, RFLP: richiedono piccole quantità di DNA, producono risultati riproducibili e sono altamente risolutivi a causa delle stringenti condizioni della PCR.

Il primo step (a) della tecnica degli AFLP è quello di generare dei frammenti di restrizione utilizzando due differenti endonucleasi di restrizione (generalmente, una che taglia frequentemente ad es. l'enzima di restrizione MseI e una che taglia raramente come l'enzima di restrizione EcoRI), Adattatori a doppio filamento vengono poi legati al terminale dei frammenti di DNA, generando così il DNA templato per la successiva amplificazione PCR (b). La ligazione degli adattatori al DNA frammentato altera il sito di restrizione e così impedisce che una seconda restrizione abbia luogo dopo che la ligazione è avvenuta. Le sequenze degli adattatori e dei siti di restrizione servono poi come siti di legame per i primer per una "amplificazione preselettiva" (c). Ogni primer preselettivo ha un nucleotide "selettivo" che sarà riconosciuto da quei frammenti di restrizione che posseggono quel nucleotide oltre il sito di restrizione.

L'ultimo step (d) consiste in una amplificazione selettiva con primer marcati. Questi primer presentano una sequenza identica a quella dei primer preselettivi più uno o più nucleotidi selettivi al terminale 3'. In questo modo la complessità del genoma viene ulteriormente ridotta perché solo quei frammenti che posseggono tutti i nucleotidi selettivi saranno amplificati in questo passaggio. Differenti combinazioni di primer genereranno differenti frammenti.

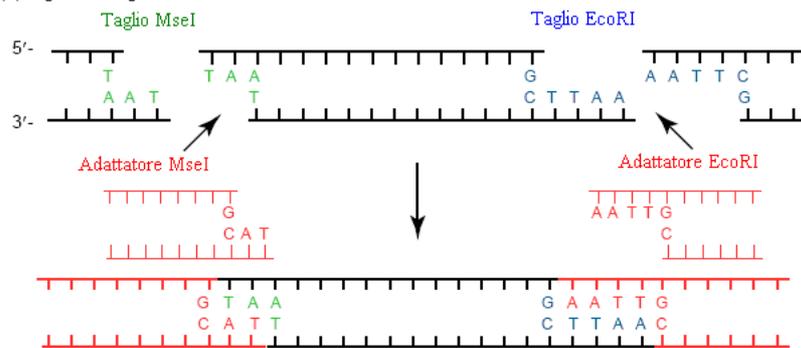
Spesso si utilizza uno screening preliminare per scegliere le combinazioni di primer che genereranno un sufficiente numero di frammenti per la specie studiata.

Poichè i frammenti sono marcati con marcatori fluorescenti, possono essere separati e quantificati utilizzando un sequenziatore automatico.

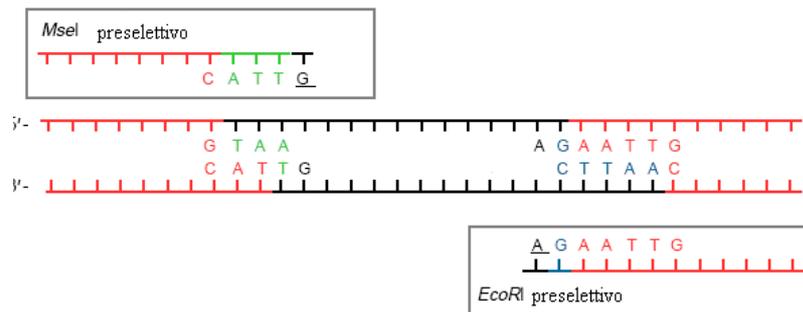
(a) Frammentazione del DNA



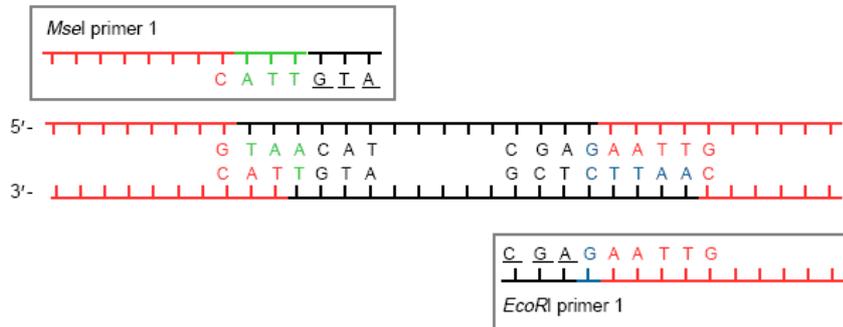
(b) Ligazione degli adattatori



(c) Amplificazione preselettiva



(c) Amplificazione selettiva



Numerosi sono i vantaggi degli AFLP: sono molto informativi, molto polimorfici (si ottengono fino a 100 bande per lane, delle quali alcune decine sono spesso polimorfiche) e molto riproducibili. Dunque sono da considerarsi un ottimo strumento per scopi di fingerprinting mappaggio e analisi di linkage. Gli AFLP sono altamente informativi nell'assegnare le relazioni tra razze (Ajmone-Marsan et al., 2002; Buntjer et al., 2002; Negrini et al., 2006; De Marchi et al., 2006; SanCristobal et al., 2006b; Foulley et al., 2006). Tra gli svantaggi della tecnica meritano invece di essere ricordati l'esigenza di disporre di DNA in grande quantità e di elevata qualità, privo cioè di contaminanti che inibiscano gli enzimi di restrizione.

DNA mitocondriale

IL DNA mitocondriale costituisce un'entità autonoma, fisicamente distinta dal DNA nucleare. Nonostante le sue piccole dimensioni rappresenta una quota non trascurabile di DNA, poiché è presente in parecchie copie dentro ogni mitocondrio, e ogni cellula possiede alcune migliaia di mitocondri. E' costituito da un DNA circolare, di circa 16.000 coppie di basi, nel quale figurano 37 geni. Tredici geni codificano proteine coinvolte nella catena respiratoria, la via biochimica principale dei mitocondri che genera l'energia; gli altri 24 specificano molecole di RNA non codificante necessarie per l'espressione del genoma mitocondriale. Una parte delle catene polipeptidiche appartenenti ad enzimi della membrana interna dei mitocondri è codificata dal DNA nucleare. Questi polipeptidi vengono sintetizzati nel citoplasma e penetrano nel mitocondrio dove si associano ai polipeptidi codificanti dal DNA mitocondriale per formare i complessi enzimatici attivi capaci di inserirsi nella membrana. Al momento della formazione dello zigote i mitocondri sono essenzialmente

portati dall'ovocita, il che comporta una trasmissione esclusivamente materna di qualsiasi variazione che sia avvenuta in una molecola di DNA mitocondriale. Inoltre non è soggetto a ricombinazione (Awise 1994) e presenta un tasso di mutazione 10 volte superiore a quello del DNA nucleare (Brown 1979).

La regione di controllo (che contiene il displacement loop o D-loop) evolve ancora più rapidamente rispetto agli altri loci del DNA mitocondriale.

La sua trasmissione rigorosamente materna e la sua maggiore variabilità rispetto al DNA nucleare ne hanno fatto un materiale di elezione per lo studio dell'evoluzione molecolare.

Soprattutto, le sequenze ipervariabili del D-loop e del citocromo b sono state ampiamente utilizzate come marcatori, in molti lavori recenti, per studiare le relazioni filogenetiche e i livelli di variabilità all'interno e fra gruppi di animali.

La tecnica si basa sull'amplificazione di queste regioni mediante PCR e sul loro successivo sequenziamento.

L'analisi delle sequenze identifica dei siti polimorfici dove sono presenti sostituzioni di una singola base (vengono così descritti i diversi aplotipi.)

Lo studio dei polimorfismi di queste sequenze hanno contribuito alla identificazione dei progenitori selvatici di diverse specie addomesticate e a ricostruire eventi di domesticazione all'interno e fra le specie (Kim et al., 2002; Jansen et al., 2002; Bruford et al., 2003; Larson et al., 2005; Fang et al., 2006); a determinare relazioni filogenetiche in linea femminile (Troy et al., 2001; Luikart et al., 2001; Guo et al., 2005; Chen, et al., 2005; Lopes et al., 2005. Lai et al., 2006; Liu et al., 2006).

SNP

Il recente progresso della genomica ha messo in luce come una parte rilevante della variabilità tra individui sia da attribuirsi a polimorfismi a singolo nucleotide (SNPs).

Gli SNPs, sono variazioni di sequenza del DNA che si verificano quando è alterato un singolo nucleotide della sequenza genomica. Analizzare gli SNPs significa avere la possibilità di individuare in tempi molto brevi differenze di un'unica base all'interno del genoma.

Il grande vantaggio nell'utilizzarli è dato dall'elevato numero di polimorfismi che possono essere genotipizzati e dalla loro elevata densità lungo tutto il genoma.

Essi costituiscono circa il 90% di tutti i polimorfismi presenti nel genoma umano e si trovano, in media, da 1 ogni 300 bp a 1 ogni 1000 bp (Sachinnandam et al. 2001).

Gli SNPs possono trovarsi sia nelle regioni codificanti che non codificanti del genoma, la maggior parte di essi sono transizioni citosina -> timida.

Poiché alcuni di essi introducono mutazioni in sequenze espresse o in regioni che influenzano l'espressione del gene, gli SNPs possono indurre cambiamenti nella struttura o nella regolazione delle proteine. Questi SNPs acquistano particolare rilevanza in campo biomedico, perchè possono essere messi in relazione a patologie che non presentano una trasmissione genetica semplice.

Confrontando lo schema e le frequenze degli SNPs su geni potenzialmente coinvolti in patologie e i fenotipi esibiti dai soggetti portatori, è possibile utilizzare tali sequenze come marcatori molecolari.

Tuttavia, la maggior parte degli SNPs, essendo localizzati in regioni non codificanti del genoma, non hanno alcun impatto conosciuto diretto sul fenotipo di un individuo. Sono questi gli SNPs che possono essere utilizzati come marcatori in studi di genetica di popolazione in quanto presentano un alto potenziale informativo, data la frequenza con cui avvengono le mutazioni puntiformi (Rohrer et al. 2007; McKay et al. 2008; Negrini et al. 2008).

Per le loro caratteristiche, quindi, gli SNPs, si presentano come dei potenti marcatori, tuttavia la conoscenza delle sequenze degli alleli da studiare rappresenta un limite. La fase preliminare della scoperta degli SNP o la loro selezione dai databases è critica. Essi possono essere identificati attraverso vari protocolli sperimentali come il sequenziamento diretto, mediante saggi di mobilità elettroforetica, come l' SSCP (single strand conformational polymorphism), o in silico (chip a Dna e microarray) (Sivanen, 2001 for a review), allineando e comparando sequenze multiple della stessa regione da genoteche o interrogando le banche EST(expressed sequence tag). Per poter sviluppare marcatori SNP è richiesta una grossa quantità di sequenze, cioè molti dati provenienti da molti individui al fine di valutare al meglio il polimorfismo. Molti progetti sono in corso in diverse specie per identificare e convalidare marcatori SNPs (Wong et al., 2004; Snelling et al. 2005; Bischoff et al. 2008; Li et al. 2008).