

ASSOCIAZIONE PER LA SCIENZA E LE PRODUZIONI ANIMALI

50. ANNO DI FONDAZIONE ASPA

Monopoli (BA) 13 - 16 giugno 2023

25TH CONGRESS ASPA 2023

***Animal Production Science: innovations and sustainability
for future generations***

Donato Matassino¹ e Mariaconsiglia Occidente²

L'autoctonia e la biodiversità strumenti "principe" per uno
sviluppo ecosostenibile di un bioterritorio.

Alcune riflessioni

¹ Già professore ordinario di Miglioramento genetico degli animali in produzione zootecnica; Presidente ConSDABI; Vincitore del Premio Invernizzi (1998) ('Nobel Italiano') per le Scienze Alimentari; Presidente Emerito dell'Associazione per la Scienza e le Produzioni Animali (ASPA); Accademico Emerito dei Georgofili; Socio onorario dell'Accademia delle Scienze della Biodiversità Mediterranea (ASBM); Presidente onorario dell'Associazione Futuridea e dell'Associazione Diabetici Italia Meridionale (ASDIM); Commendatore al Merito della Repubblica Italiana .

² Phd in Scienza dell'Allevamento animale.

Indice

1. Introduzione	pag. 3
2. Alcuni cenni di filosofia ambientale	pag. 9
2.1. Un pò di storia	pag. 12
2.2. La filosofia ambientale nel dibattito sul futuro	pag. 16
2.2.1. “Etica teologica”	pag. 22
2.3. Conservazione, Preservazione, Protezione, Sostenibilità	pag. 27
3. Bioterritorio	pag. 30
4. Capacità al costruttivismo	pag. 37
5. Biodiversità e sua tutela	pag. 44
5.1. Tutela della biodiversità	pag. 47
5.1.1. Motivazione biologica	pag. 56
5.1.2. Biodiversità come ‘operatore epistemologico’: propulsore di conoscenza scientifica	pag. 70
5.1.3. Motivazione ecosistemica	pag. 75
5.1.3.1. DNA ambientale	pag. 85
5.1.3.2. DNA virale	pag. 86
5.1.4. Motivazione culturale	pag. 87
5.1.5. Biodiversità e cambiamento climatico	pag. 92
5.1.6. Motivazione etica	pag. 98
5.1.7. Motivazione giuridica	pag. 100
5.1.8. Motivazione paesaggistica	pag. 101
5.1.9. Importanza della biodiversità nel recupero del rapporto campagna - città	pag. 109
5.1.9.1. Orto urbano	pag. 114
5.1.9.2. Biodiversità urbana	pag. 120
5.1.10. Motivazione socio-economica	pag. 123
5.1.10.1. Bioeconomia	pag. 124
5.1.11. Motivazione salutistica	pag. 127
6. Alcune riflessioni conclusive su autoctonia e sviluppo sostenibile	pag. 132

1. Introduzione

Il termine “*autoctono*” [dal lat. tardo *autochton -ōnis*, gr. *αὐτόχθων -ονος*, comp. di *αὐτός* «stesso» e *χθών* «terra»] viene utilizzato quale sinonimo di indigeno o aborigeno, anche se quest’ultimo termine è riferito oggi, principalmente, alle popolazioni indigene australiane. L’ “*autoctonia*” è una caratteristica delle popolazioni stanziate da epoca assai remota nel territorio in cui risiedono (<https://www.treccani.it/>).

Con particolare riferimento agli animali di interesse zootecnico, l’espressione tipo genetico autoctono antico (TGAA) si riferisce a una popolazione presente in un determinato “*bioterritorio*” da più di 50 anni, mentre l’acronimo TGA (Tipo Genetico Autoctono) si usa se un “*tipo genetico*” (TG) è presente da almeno 50 anni³.

Partendo dalla conoscenza dei profondi e fantastici meccanismi biologici operanti in natura, specialmente del germoplasma antico e autoctono, siamo sicuri di contribuire a fornire alle future generazioni umane esempi indelebili di vita di relazione, di vita di solidarietà, di vita sociale; in sintesi, a stabilire un insostituibile connubio tra il recupero, la conservazione e la valorizzazione di germoplasma antico e l’evoluzione culturale di un popolo .

Come riportato da Daconto L.⁴ e da Moro A.⁵, il concetto di “*capitale di autoctonia*” viene elaborato a opera di Chamboredon J.C.⁶ con riferimento all’osservazione delle classi popolari del XX secolo per sottolineare le potenzialità dei gruppi sociali che dispongono soltanto del proprio radicamento locale come risorsa

³ MATASSINO D. e OCCIDENTE M.. (2020). Alcune riflessioni sull’animale autoctono quale coadiutore “principe” per uno sviluppo sostenibile di un “bioterritorio”. Il Picentino, Nuova Serie, Anno 64, (aprile 2020), 53-75 (I Parte); Il Picentino, Nuova Serie, Anno LXIV, (agosto 2020), 46-101 (II Parte).

⁴ DACONTO L.. (2013). Mobilità e radicamento locale. Il dibattito francese. In M.C. Agodi, G. Boccia Artieri, D. Borelli (a cura di), Emergenze dal presente, prospettive di futuro Forum Giovani AIS 2012.

⁵ MORO A.. (2017). Alla ricerca della classe perduta I mondi operai nella sociologia francese dagli anni ’80 ad oggi. Cambio. Rivista sulle trasformazioni sociali, VII, 14. DOI: 10.13128/cambio-22914 | ISSN 2239-1118 (online).

⁶ CHAMBOREDON J.C.. (1980). Les usages urbains de l’espace rural: du moyen de production au lieu de récréation, Revue française de sociologie, 21(1), pp.97- 119.

contro la «*de-contadinizzazione*» delle campagne; il concetto viene in seguito esteso al di là del mondo rurale da Retière J.-N.⁷.

Renahy N.⁸ fornisce la definizione minima di “*capitale di autoctonia*” come «*l'insieme delle risorse che procura l'appartenenza a reti di relazioni locali*»; tale definizione si riferisce a risorse simboliche, in quanto esse non derivano da un capitale economico o culturale, ma da una riconoscibilità acquisita e mantenuta in un territorio singolare; tuttavia, la definizione designa anche forme pratiche di potere, poiché il fatto di appartenere a un gruppo di interconnessione e di conoscenza reciproca non è un dato neutro, ma ha un peso sociale in grado di posizionarsi vantaggiosamente in diversi ambiti (politico, lavorativo, associativo, ecc.).

Secondo Daconto L.⁹, «*l'autoctonia rappresenta un insieme di risorse non scambiabili al di fuori dello specifico contesto in cui si è formata, ed è suscettibile di costituirsi come capitale nella scena pubblica solo nella misura in cui il personale politico ne riconosca il valore*».

Il riconoscimento ufficiale a livello globale dell'importanza della biodiversità autoctona viene sancito dalla Convenzione sulla Diversità Biologica di Rio de Janeiro (1992).

Una recente classificazione della risorsa genetica animale di interesse zootecnico è riportata nei **box 1 e 2**¹⁰.

⁷ RETIÈRE J.-N.. (1994). I dentités ouvrières. Histoire sociale d'un fef ouvrier en Bretagne 1909-1990, Paris: L'Harmattan.

⁸ RENAHY N.. (2010). Classes populaires et capital d'autochtonie. Genèse et usages d'une notion, Regards Sociologiques, 40, 9-26.

⁹ DACONTO L.. (2013). Mobilità e radicamento locale. Il dibattito francese. Op. Cit..

¹⁰ <https://www.animalgeneticresources.net/index.php/animal-genetic-resources/glossary-of-terms/> .

BOX 1. CLASSIFICAZIONE DELLA RISORSA GENETICA ANIMALE DI INTERESSE ZOOTECNICO

RISORSA GENETICA DEGLI ANIMALI DI INTERESSE ZOOTECNICO (AN, ANIMAL GENETIC RESOURCES) : SPECIE ANIMALE UTILIZZATA, O CHE PUO' ESSERE UTILIZZATA, PER LA PRODUZIONE DI CIBO E PER L' AGRICOLTURA, E LE POPOLAZIONI ALL'INTERNO DI CIASCUNA DI ESSA. QUESTE POPOLAZIONI ALL'INTERNO DI CIASCUNA SPECIE POSSONO ESSERE CLASSIFICATE COME POPOLAZIONE SELVATICA E INSELVATICHITA, RAZZA LOCALE E POPOLAZIONE PRIMARIA, RAZZA STANDARDIZZATA, LINEA SELEZIONATA, VARIETA', CEPPO E QUALSIASI MATERIALE GENETICO CONSERVATO; TUTTI ATTUALMENTE CLASSIFICATI COME RAZZE.

RAZZA : GRUPPO SOTTOSPECIFICO DI BESTIAME DOMESTICO CON CARATTERISTICHE ESTERIORI DEFINIBILI E IDENTIFICABILI CHE CONSENTANO DI SEPARARLO DA ALTRI GRUPPI DEFINITI IN MODO SIMILE ALL'INTERNO DELLA STESSA SPECIE, OPPURE GRUPPO PER IL QUALE LA SEPARAZIONE GEOGRAFICA E/O CULTURALE DA GRUPPI FENOTIPICAMENTE SIMILI HA PORTATO ALL'ACCETTAZIONE DELLA SUA IDENTITA' DISTINTA.

RAZZA "ADATTATA" LOCALMENTE: CHE RISIEME IN UN PAESE PER UN TEMPO SUFFICIENTE PER ESSERE GENETICAMENTE ADATTATE A UNO O PIU' SISTEMI DI PRODUZIONE O AMBIENTE TRADIZIONALE DI QUEL LUOGO. **LA RAZZA INDIGENA , ANCHE DEFINITA RAZZA AUTOCTONA O NATIVA E ORIGINARIA, ADATTATA E UTILIZZATA IN UNA PARTICOLARE REGIONE GEOGRAFICA, FORMA UN SOTTOINSIEME DELLA RAZZA ADATTATA LOCALMENTE.**

RAZZA RECENTEMENTE INTRODotta: LA CUI IMPORTAZIONE È AVVENUTA NELLE ULTIME 5 GENERAZIONI CIRCA PER LA SPECIE INTERESSATA E CHE E' STATA IMPORTATA IN UN PERIODO DI TEMPO RELATIVAMENTE BREVE. SI TRATTEREBBE DI UNA RAZZA IMPORTATA NEL RECENTE PASSATO MA CHE NON E' STATA REINTRODOTTA DA ALLORA.

RAZZA IMPORTATA IN MODO CONTINUO: IL CUI *POOL* GENETICO LOCALE VIENE REGOLARMENTE REINTEGRATO DA UNA O PIU' FONTI ESTERNE AL PAESE. MOLTE DELLE RAZZE UTILIZZATE IN SISTEMI DI PRODUZIONE INTENSIVA O COMMERCIALIZZATE DA AZIENDE DI ALLEVAMENTO INTERNAZIONALI RIENTREREBBERO IN QUESTA CATEGORIA.

RAZZA ESOTICA: CHE VIENE MANTENUTA IN UN'AREA DIVERSA DA QUELLA IN CUI E' STATA SVILUPPATA E QUINDI NON ADATTATA LOCALMENTE. LE RAZZE ESOTICHE COMPRENDONO SIA LE RAZZE RECENTEMENTE INTRODOTTE CHE LE RAZZE CONTINUAMENTE IMPORTATE.

BOX 2. CLASSIFICAZIONE DELLA RISORSA GENETICA ANIMALE DI INTERESSE ZOOTECNICO A RISCHIO

RAZZA A RISCHIO : QUALSIASI RAZZA CHE POTREBBE ESTINGUERSI SE I FATTORI CHE NE CAUSANO IL DECLINO NUMERICO NON VENGONO ELIMINATI O MITIGATI. LE RAZZE POTREBBERO ESSERE A RISCHIO DI ESTINZIONE PER UNA SERIE DI RAGIONI. IL RISCHIO DI ESTINZIONE PUÒ DERIVARE, TRA L'ALTRO , DA: CONTRAZIONE DELLA POPOLAZIONE; IMPATTI DIRETTI E INDIRETTI DELLE POLITICHE A LIVELLO DI AZIENDA AGRICOLA, NAZIONALE O INTERNAZIONALE; MANCANZA DI UN'ADEGUATA ORGANIZZAZIONE DI RAZZA; MANCANZA DI ADATTAMENTO ALLE RICHIESTE DEL MERCATO O PERCEZIONE DI PRESTAZIONI INFERIORI. LE RAZZE SONO CLASSIFICATE IN BASE AL LORO STATO DI RISCHIO SULLA BASE, TRA L'ALTRO , DEL NUMERO EFFETTIVO DI INDIVIDUI RIPRODUTTORI MASCHI E/O FEMMINE E DELLA PERCENTUALE DI FEMMINE DI RAZZA “IN PUREZZA”.

RAZZA ESTINTA : QUANDO NON È PIÙ POSSIBILE RICREARE LA POPOLAZIONE DELLA RAZZA. QUESTA SITUAZIONE DIVENTA ASSOLUTA QUANDO NON CI SONO PIÙ MASCHI O FEMMINE IN RIPRODUZIONE. IN REALTÀ L'ESTINZIONE PUÒ REALIZZARSI BEN PRIMA DELLA PERDITA DELL'ULTIMO ANIMALE, EMBRIONE O GAMETE .

POPOLAZIONE : TERMINE GENERICO, MA QUANDO USATO IN SENSO GENETICO DEFINISCE UN GRUPPO DI IBRIDAZIONE E PUÒ RIFERIRSI A TUTTI GLI ANIMALI DI UNA RAZZA. LA GENETICA DELLA POPOLAZIONE RIGUARDA LA GENETICA DI TUTTI GLI INDIVIDUI CHE LA COMPONGONO E LA TRASMISSIONE DI GENERAZIONE IN GENERAZIONE DI CAMPIONI DELLA VARIABILITÀ GENETICA ASSOCIATA A QUESTA POPOLAZIONE.

COORDINATORE NAZIONALE (NC) : IL REFERENTE TECNICO IDENTIFICATO DAL GOVERNO PER LO SVILUPPO NAZIONALE DELLA STRATEGIA GLOBALE PER LA GESTIONE DI FARM ANGR. È RESPONSABILE DELL'ASSISTENZA ALLO SVILUPPO DI UNA RETE NAZIONALE EFFICACE E DEL COORDINAMENTO ALL'INTERNO DEL PAESE DELLE ATTIVITÀ RELATIVE ALLA GESTIONE DI ANGR.

PUNTO FOCALE NAZIONALE (NFP, NATIONAL FOCAL POINT) : ISTITUZIONE NAZIONALE INDIVIDUATA DAL GOVERNO, RESPONSABILE DELL'IMPLEMENTAZIONE E DEL MANTENIMENTO DI UNA RETE NAZIONALE PER LO SVILUPPO NAZIONALE DELLA STRATEGIA GLOBALE PER LA GESTIONE DELL'ANGR.

Per un approfondimento sul concetto di razza si invia a Matassino D.¹¹

I TGA/TGAA sono portatori di indubbio valore biologico, ambientale, culturale, storico e sociale.

Ciascun TGA o TGAA è identificabile con un “*ecotipo*” o “*razza ecologica*” caratterizzato da una elevata “*idoneità biologica*” (N.d.A. “*capacità al costruttivismo*”¹²) nel rispettivo “*bioterritorio*” di allevamento, nel senso che ciascun TGA/TGAA è il frutto di un lungo processo di trasformazione o meglio di un vero e proprio “*equilibrio storico-biologico*” nel quale l’individuo, piuttosto che

¹¹ MATASSINO D.. (2008). Qualche riflessione sul significato di "razza". <https://www.assaspa.org/matassino-pubblicazioni>.

¹² Per un significato più ampio di “*capacità al costruttivismo*”, si rimanda al paragrafo 4.

“*adattarsi*” semplicemente al microambiente in cui vive, partecipa attivamente alla costruzione dello stesso; pertanto, ciascun TGA o TGAA è armonicamente integrato con le caratteristiche “*antropo-bio-geo-pedo-fisico-chimico-climatiche*” della “*microbiosfera*” del proprio “*bioterritorio*” di allevamento.

Un TGA e un TGAA avranno un ruolo rilevante nella produzione di cibo in sistemi di allevamento meno intensivi e più sostenibili, in quanto:

- a) sono portatori di una riserva di “*geni*” *unici*;
- b) contribuiscono a preservare il patrimonio culturale e a mantenere la sostenibilità sociale. Qualsiasi perdita di biodiversità prima della *sua* *caratterizzazione* “*omica*” (genomica, trascrittomica e traslatomica, proteomica, lipidomica, ecc.) rischia la scomparsa di preziose opportunità sia per la scienza che per l'agricoltura.

Bettini T.M. (1908-1986) sottolinea come «*gli animali nel loro habitat naturale (in un secondo tempo anche domestici) costituiscono una fonte di osservazione che l'uomo svolge da qualche milione di anni (altrettanto vale per l'animale nei confronti dell' "animale uomo" e di altri). A parte gli etologi (fauna molto recente, salvo qualche rara eccezione come l'iracheno Giahiz¹³ vissuto nel 7.-8. secolo), studiosi e ricercatori limitano il campo di osservazione alle ristrette condizioni sperimentali, e tuttavia, dai risultati, traggono, spesso arbitrariamente, leggi postulate di valore universale, con la conseguenza che il tecnologo, la cui cultura è essenzialmente libresca, trasferisce sul piano operativo criteri e metodi estrapolati da poche osservazioni eseguite in condizioni del tutto particolari, mentre manca, e/o è viziata da idee preconcepite, l'osservazione diretta*”.....
L'uomo cosiddetto civilizzato non dovrebbe essere capace di fare qualcosa di più e di meglio di quello primitivo? Di fatto potrebbe se, fino dall'infanzia, gli fosse insegnato ad osservare accanto alla memorizzazione di carta stampata e alla comoda pratica di applicare ricette. Nel 1917 N.P. Armsby, un grande fisiologo della nutrizione,

¹³ Secondo Bel-Hai Mahmud (1977), il suo nome completo è *Abu 'Uthman 'Amr b. Bahr al Kinani al Fukayami al Basri al - Giahiz*; secondo l'*Encyclopaedia Britannica* (1980) è *Abu 'Uthman 'Amr ibn Bahr ibn Mahbud al- Giahiz*. La prima forma porrebbe l'accento sul/i gruppo/i tribale/i di appartenenza (*Al*) e sulla città di nascita (*al Basri* = di Basra); la seconda sulla sua ascendenza pura e semplice (*ibn* = figlio di) (Bettini, T.M. 1982).

ammoniva: 'La mente umana domanda ricette, e di fatto vi è una persistente tendenza a sostituire allo studio della nutrizione una serie di esercizi di aritmetica'» (N.d.A.: oggi di vivissima attualità).

Un animale “antico” ma, come già rilevato alcuni anni orsono, guarda caso, “moderno” in una visione di *forte revisione* degli *attuali assetti dei sistemi produttivi e segnatamente di quelli caratterizzanti le aree collinari e montane dell'Appennino e delle Alpi* può esercitare un effetto positivo su ^{14, 15, 16}:

- a) rivitalizzazione delle economie “*locali*” in chiave di “*bioeconomia*”;
- b) modificazione dei modelli attuali di produzione e di consumo allo scopo di ridurre il loro contributo al deterioramento dell'ambiente e di raggiungere nuovi equilibri fra ambiente e sviluppo “*multifunzionale sostenibile*”;
- c) cambiamento di quegli *stili di vita* che costituiscono “*fattori di rischio*” per la sicurezza di un agroecosistema “*culturale*”;
- d) inversione delle uscite di risorse;
- e) *ripristino* dell'integrazione “*campagna – città*” con un processo di *razionalizzazione della urbanizzazione* e una *gestione sostenibile del suolo*;
- f) *razionalizzazione dell'aspetto energetico* attraverso l'uso di *energia proveniente da fonti rinnovabili*;
- g) assunzione di responsabilità per un cambiamento “*culturale*” nella valutazione dei valori della vita da parte della *scuola*, degli *organi di comunicazione*, dei *politici* e di *quanti hanno funzione di motori di cambiamento*.

Queste brevi indicazioni devono indurre a un profondo ripensamento del ruolo che i valori e le fonti di conoscenza delle culture “*locali*” possono svolgere nella salvaguardia dell'ambiente. Infatti, si può ritenere che l'abbandono di questi valori sia

¹⁴ MATASSINO D.. (1981). Prospettive della razza Podolica. Giornata della razza Podolica, Palena (CH), 13 settembre 1981. L'Allevatore, 37 (34), 12.

¹⁵ MATASSINO D.. (1992). Impariamo dalla natura. Conv. 'Progetto Ambiente', Colle Sannita (BN), 14÷15 febbraio. L'Allevatore 48(17), 18-19. Sito internet ASPA (<http://aspa.altervista.org/> ; link : archivio Prof. Donato Matassino).

¹⁶ MATASSINO D.. (2000). Il bovino podolico quale elemento di tutela dell'ambiente in determinati sistemi produttivi'. Atti Conv. 'Produzioni di qualità nel rispetto dell'ambiente. Il Miglioramento genetico e l'etichettatura delle carni per la valorizzazione della razza Podolica', San Giovanni Rotondo (FG), 17 giugno 2000. Taurus, speciale 11 , anno XII, (6), 109-128.

controproducente e spesso socialmente nefasto per la comunità interessata.

In tale contesto si inserisce questa relazione, la quale mira a evidenziare il ruolo “*principe*” che un TGA/TGAA può assumere al fine di realizzare *modelli di gestione sostenibile di un “bioterritorio”*. L’allevamento di un TGA/TGAA consente di individuare percorsi ‘*virtuosi*’ sfocianti in una *vera e propria filosofia strategica gestionale di un “bioterritorio”*^{17, 18}.

Si ritiene di poter affermare che la “*biodiversità antica autoctona*” configuri un *nuovo soggetto del mondo del diritto* per la contestuale presenza di quegli elementi che determinano la *rilevanza giuridica* di un bene. Le esigenze sociali e le nuove frontiere della scienza rendono indispensabile sia la previsione delle diverse fattispecie giuridicamente rilevanti derivanti dai molteplici campi di utilizzazione della *biodiversità antica autoctona*, sia la statuizione di una tutela giuridica rispondente alla natura dell’*interesse pubblico* da tutelare e attenta alla particolare natura del bene^{19,20}.

Tale aspetto sarà ripreso e approfondito in uno dei successivi paragrafi di questo scritto (“*Motivazione giuridica*”).

Prima di procedere all’esposizione di alcuni concetti, si ritiene opportuno riportare qualche considerazione di *filosofia ambientale*.

2. Alcuni cenni di filosofia ambientale

La tematica della “*biodiversità*” richiama fortemente il dibattito sulla *filosofia ambientale*. Data l’*importanza* che stanno assumendo *questa branca della bioetica e la sua forte transdisciplinarietà*, sempre più nutrito è il numero di studiosi delle diverse discipline interessati all’argomento. Pertanto, non si può pensare che la soluzione della “*complessità ambientale*” possa essere affidata a una sola scienza,

¹⁷ MATASSINO D.. (2011). Filosofia strategica gestionale di un bioterritorio. Convegno “L’Università Popolare del Fortore racconta i suoi primi dieci anni”, San Bartolomeo in Galdo (BN), 8 ottobre 2011. ARS, Edizione telematica (www.scienzaegoverno.org). Il Picentino, XLVI (n.s.), 26-51. Sito internet ASPA (<http://aspa.altervista.org/> ; link : archivio Prof. Donato Matassino).

¹⁸ MATASSINO D. e OCCIDENTE M.. (2011). Alcune riflessioni etiche sulla gestione di un bioterritorio. Italiaetica, n. 1. Luglio, 8-28.

¹⁹ MAZZIOTTA, A. e GENNARO, G. (2002). La Girgentana. Ed. Ambiente e Vita, Sicilia.

²⁰ MAZZIOTTA, A. e MATASSINO, D.. Giuridicità della biodiversità antica autoctona. <http://www.istitutobioetica.org/Bioetica%20ambientale/art%20bio%20ambiente/Mazziotta%20Matassino%20Giuridicit%C3%A0.htm>

l'“*ecologia*”, in quanto la gestione dell'ambiente è talmente ‘*complessa*’ che trascende notevolmente dalle sole competenze degli scienziati dell'ambiente. La “*diversità ecologica*” sta assumendo sempre più importanza per la sopravvivenza sia dell'uomo che degli altri esseri viventi. La mera tutela di un gruppo tassonomico sta evidenziando tutta la sua labilità: è la vita di un “*ecosistema*” funzionante e funzionale che, utilizzando la sua mirabile dote autorganizzativa basata su una “*irriducibile complessità*”²¹ biologica, permette di tutelare la “*biodiversità*”. Tale visione è già propria della definizione del 1866 di Haeckel E. (1834-1919), secondo il quale l'ecologia è «*lo studio dei rapporti complessivi tra organismi o gruppi di organismi e il loro ambiente naturale, organico, fisico e inorganico, specialmente per quanto concerne i rapporti 'affabili' o 'avversi'*». La “*complessità ambientale*” può essere considerata una vera e propria “*semplicità*” nel senso di una “*complessità decifrabile*” basata su una combinazione di regole semplici; riprendendo una espressione di Von Leibniz G. W. (1646 – 1716) circa la varietà dei fenomeni e la maggiore semplicità delle loro leggi, la “*semplicità*” può essere definita come una “*semplicità complicata*”. Il concetto di “*semplicità*” viene ripreso e diffuso nella comunità scientifica nel 1990 da Berthoz A. (1939 -). Secondo tale Autore la “*semplicità*” può essere considerata un principio fondamentale della materia vivente che permette agli organismi di percepire e di agire rapidamente in situazioni complesse.

In tale contesto, l'uomo deve individuare le strategie più opportune per un sano *evoluzionismo cosmico*, quindi *antropico*, in accordo con una nuova visione secondo la quale l'evoluzionismo *cosmico* viaggerebbe in parallelo a quello *antropico*: l'uomo è una componente fondamentale e, pertanto, egli è l'artefice principe del cambiamento e partecipa attivamente alla realizzazione del progetto allestito dal “*coevolutore trascendente*”²².

La *filosofia ambientale* nasce alla fine degli anni '60 nei paesi nordici e anglosassoni ed è quella disciplina che elabora e discute di tutte le problematiche connesse all'ambiente integrandole al fine di

²¹ *Irriducibile complessità*: viene definita da Behe M.J. (1996) “*un singolo sistema costituito da diverse parti che, interagendo tra loro, contribuiscono a una funzione fondamentale; la rimozione di una qualsiasi delle suddette parti compromette il funzionamento del sistema stesso*”.

²² MATASSINO D. (1997). Biodiversità e allevamento animale. Atti Conv. su: Zootecnia e Parchi-Produzione di qualità e tutela dell'ambiente. Massa, 11-12 ottobre 1996. Zoot. Nutr. Anim., 23, supplemento, 13.

suggerire scelte condivisibili per applicare pratiche operative in grado di ottimizzare le esigenze del *bene comune*, quindi di perseguire l'obiettivo di un *equilibrio armonioso ed empatico* tra le varie componenti dell'*ambiente da considerare un vero e proprio sistema*.

Tra i numerosi schemi in cui si può riassumere la filosofia ambientale, si riporta il seguente (**figura 1**).

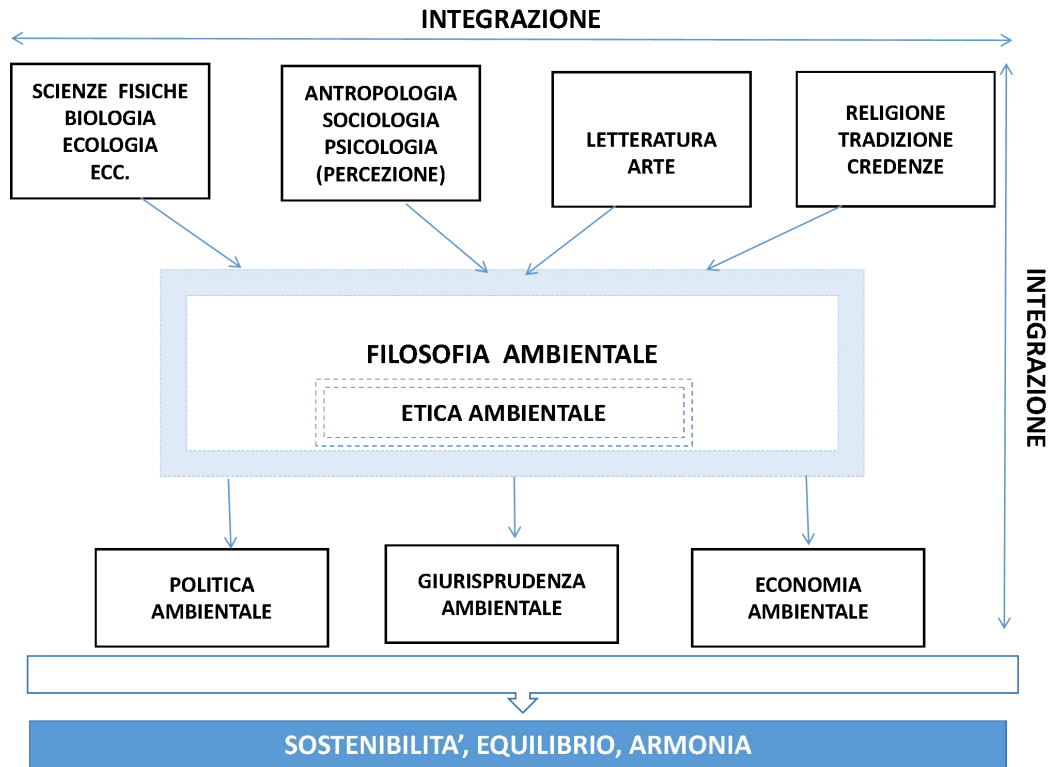


Figura 1. Elementi propri della “*filosofia ambientale*”²³.

Dalla figura 1 si evince facilmente che la *filosofia ambientale* richiede l'interazione tra varie discipline. Pertanto, si può ritenere che il concetto di “*transdisciplinarietà*” sia particolarmente adatto a caratterizzare la *filosofia ambientale*; il termine “*transdisciplinarietà*” viene introdotto da Piaget J. nel 1970 e successivamente ampliato da Nicolescu B., il quale insieme a Morin E. e De Freitas L., redige la “*Carta della Transdisciplinarietà*”, firmata ad Arrábida (Portogallo) il 6 novembre 1994 a conclusione del I Congresso Internazionale della “*Transdisciplinarietà*”. Tale documento rappresenta la premessa al “*Manifesto della transdisciplinarietà*” di B. Nicolescu del 1996.

²³ PAGANO P.. (2015). Appunti di Filosofia Ambientale. Autopubblicato, marzo 2015. https://www.academia.edu/11285738/Appunti_di_Filosofia_Ambientale_con_un_piccolo_glossario_sulle_discipline_ambientali_

Tra le varie definizioni di “*transdisciplinarietà*” ci piace riportare quella fornita da Giustiniani P.²⁴, il quale, proprio con riferimento alla bioetica applicata alle problematiche ambientali, così si esprime: «*la trans-disciplinarietà appare come uno stadio più elevato di integrazione tra le discipline con interessi o riverberi bioetici, o anche come uno spazio relazionale extradisciplinare, dove ogni sapere, aprendosi agli altri saperi, si colloca come un terreno di confronto e comunicazione. In tal modo si configura una vera e propria istanza meta-disciplinare, che spinge gli studiosi e gli esperti alla ricerca dei fondamenti e dei principi delle discipline di volta in volta coinvolte nel discorso bioetico intorno alla biosfera*». Come già riportato da Matassino D.²⁵, alcuni postulati principali della “*transdisciplinarietà*” sono individuabili in:

- a) *transculturalità*, quindi assenza di un ambiente culturale privilegiato rispetto agli altri;
- b) *superamento* del concetto di “*disciplina*” in quello di “*oltre le discipline*”;
- c) *razionalità aperta*;
- d) *riconoscimento del pianeta Terra come “patria”*; ogni universo umano ha diritto a una nazionalità ma, come *abitante della Terra*, egli è al tempo stesso un *essere transnazionale*;
- e) *rivalutazione* del ruolo dell'*intuizione*, dell'*immaginazione*, della *sensibilità* e della *trasmissione delle conoscenze*;
- f) *elaborazione* di una “*economia transdisciplinare*” fondata sul postulato che l'economia deve essere al servizio dell'essere umano e non il contrario.

2.1. Un pò di storia

La problematica *ambientale* ha origini antiche.

Si ricorda che già i Veda (1500 - 1200 a. C.) così si esprimono: «*Da questa manciata di terra dipende la nostra vita. Amministratela*

²⁴ GIUSTINIANI P.. Introduzione agli Atti 5. Meeting Internazionale di Bioetica della Biosfera, AMBIENTAMENTE 5 " New Technologies in the Environmental Era", organizzato dalla Pontificia Facoltà Teologica dell'Italia Meridionale Sezione San Tommaso d'Aquino, Istituto Italiano di Bioetica, CIRB, Isernia, 24-25 giugno 2016, Mimesis Quaderni di Bioetica, Edizioni, Milano-Udine, 2018, pp. 45-85.
http://aspa.unitus.it/matassino/1_elenco_publicazioni_Matassino.pdf.

²⁵ MATASSINO D. e OCCIDENTE M.. (2021). La questione ambientale in una visione transdisciplinare. “Si vis veritatem cognoscere, quaere, et invenies”, Studi offerti a Pasquale Giustiniani per il suo 70. compleanno (a cura di G. Tavolaro con la collaborazione di C. Bianco), Collana “La fede in dialogo”, Effatà Torino, 2021.

saggiamente ed essa farà crescere il nostro cibo e di che scaldarci, ci offrirà un riparo e ci circonda di bellezza. Abusatene e deperirà, morirà, portando con sé l'umanità intera»²⁶.

Artaserse I, nel 450 a.C., norma l'utilizzazione delle foreste di cedro del Libano, imponendo tutta una serie di limitazioni nel taglio di questa specie; non è dato sapere, storicamente, almeno fino a oggi, le motivazioni di questa normazione; si può ipotizzare l'eventuale conseguenza negativa del disboscamento sui cambiamenti climatici e sull'erosione del suolo. Platone L. (circa 400 anni a. C.) prevede una multa per gli agricoltori proprietari di fondi nei quali si fossero sviluppati incendi con l'intento di danneggiare gli alberi dei vicini.

Come riportato da Pagano P.²⁷ alcune civiltà del passato scompaiono per problemi inerenti al degrado ambientale; un esempio è offerto dalle civiltà mesopotamiche messe in crisi anche dalla salinizzazione dei terreni.

Alcune correnti di pensiero cristiano hanno accentuato la presunta supremazia dell'uomo «*Dio disse: Facciamo l'uomo: sia simile a noi, sia la nostra immagine. Dominerà sui pesci del mare, sugli uccelli del cielo, sul bestiame, sugli animali selvatici e su quelli che strisciano al suolo*» (Libro Genesi, 1, 26). Si sottolinea che l'uomo è immagine di Dio.

In *età moderna* alcuni filosofi, come a esempio Hobbes T. (1588-1679), considerano la natura come una minaccia. Inoltre, con la scienza moderna si assiste al passaggio a una interpretazione della natura, la quale progressivamente afferma la propria autonomia dalla filosofia e dalla teologia ed elabora procedure basate sul metodo sperimentale e sulla matematizzazione degli eventi naturali. Come riportato da Monod J.²⁸, «la pietra angolare del “*metodo scientifico*” è il postulato dell’ “*oggettività*” della natura, vale a dire il rifiuto sistematico di considerare la possibilità di pervenire a una conoscenza “*vera*” mediante qualsiasi interpretazione dei fenomeni in termini di cause finali, cioè di progetto». A questa grande trasformazione concettuale del mondo scientifico si suole dare il nome di “*rivoluzione scientifica*”. Si afferma quindi un modello fondato prevalentemente sulla sola conoscenza scientifica che si considera l'unica “*esatta*” e “*positiva*” nell'organizzazione dei “*saperi*” e delle “*conoscenze*” basato su un metodo conoscitivo di tipo induttivo tendente a privilegiare la “*finalità pratica e operativa del sapere*”,

²⁶ Scritture Sanscrite, 1500 a.C..

²⁷ PAGANO P.. (2015). Appunti di Filosofia Ambientale. Op. Cit..

²⁸ J. MONOD, *Il caso e la necessità*, Mondadori, 1970.

quindi a conferire all'uomo il dominio sulla natura previa una conoscenza basata sul valore dell'esperienza e non sulla mera descrizione della natura stessa (Bacone F., 1561-1626); da ricordare il pensiero cartesiano (Descartes R. italianizzato in Cartesio, 1596-1650), basato sul *principio di certezza nell' "io"*; da questa identificazione scaturiscono il *"soggettivismo"* moderno e il *"razionalismo"*, quindi l' *"io penso"* quale soggetto e oggetto contemporaneamente; G. Galilei e R. Descartes, nel formulare il principio d'inerzia, non fondano solo la *"meccanica"*, ma anche l' *"epistemologia della scienza moderna"*, abolendo la *fisica* e la *"cosmologia aristoteliche"*²⁹.

Thoreau H. D. (1817-1862) può essere considerato *il primo ambientalista americano*; egli ritiene che la natura sia permeata da una forza morale che Dio mantiene unita.

Nel XX secolo Pinchot G. (1865-1946) elabora il concetto di *"conservazione"*, mentre Leopold A. (1887-1948) parla di storia naturale *"rurale"* e suggerisce una profonda revisione nella gestione della *"terra"* nel senso di utilizzazione di questa con il fine di una seria *"conservazione"*; quindi, *"la terra"* è una *"comunità"* a cui l'uomo appartiene e ove egli deve *"abitarevi senza saccheggiarla"* e, pertanto, sviluppa il concetto di *"Land Ethics"*.

Come riportato da Pagano P.³⁰, la *pietra miliare della presa di coscienza ambientale* e quindi dell' *"ambientalismo moderno"* si ha con la pubblicazione, nel 1962 da parte della biologa Carson R., del libro *"Primavera silenziosa"*, nel quale si denuncia la scomparsa di alcune specie di uccelli in seguito all'utilizzo del DDT. In concomitanza nascono i movimenti ambientalisti: WWF nel 1961, *Greenpeace* nel 1969, Lega Ambiente nel 1980. Nel 1970 viene istituita la *Giornata della Terra* che si celebra ogni anno il 22 aprile.

Il *"Club di Roma"*, fondato nel 1968, commissiona il rapporto su *"I limiti della crescita"* (pubblicato nel 1972) che esamina l'incremento demografico umano esponenziale verificatosi soprattutto a partire dall'età moderna ed evidenzia i probabili effetti catastrofici scaturenti dallo sfruttamento delle risorse alimentari e dell'industria al fine di soddisfare il suddetto incremento.

²⁹ MATASSINO D., VARRICCHIO G., SERLUCA M., OCCIDENTE M.. (2016). Ciò che è vivo e ciò che è morto nella scienza moderna. Atti della Giornata di studio "Il carmelitano Paolo Antonio Foscarini (Montalto Uffugo, intorno al 1565 - 10 giugno 1616) tra esegesi biblica ed esegesi scientifica moderna", Napoli, 13 maggio 2016. Pubblicato in "Per un nuovo dialogo tra scienza e fede alla luce del pensiero di Paolo Antonio Foscarini", a cura di P. Giustiniani e L. Romeo, Editoriale Progetto 2000 Cosenza, 77-131.

³⁰ PAGANO P.. (2015). Appunti di Filosofia Ambientale. Op. Cit.

Quale conseguenza della consapevolezza della “*crisi ambientale*” si assiste alla diffusione di vari fenomeni culturali quali:

- a) rivalutazione di san Francesco d’Assisi;
- b) teorie olistiche quali la “*ipotesi Gaia*” (introdotta per la prima volta da J.E. Lovelock nel 1972 e poi ampliata dallo stesso autore in collaborazione con L. Margulis nel 1974), la quale considera il pianeta Terra un vero e proprio “*macrorganismo*”; come riportato da Matassino D. e Occidente M.,³¹ l’originalità di Lovelock J.E. sta nell’aver elaborato una teoria nella quale le relazioni tra “*materia vivente*” e “*non vivente*”, nonché quelle tra specie, sono fondamentali per una “*stabilità della biosfera*”; tale stabilità sarebbe collegata al numero di specie presenti: all’aumentare di queste, incrementa la “*stabilità della biosfera*”; pertanto, la sopravvivenza della ‘*biosfera*’ sarebbe legata alla sua essenza di *sistema “globale”, “diverso” e “complesso”*; si ricorda che già F. H. A. F. von Humboldt (1769 –1859), nel suo trattato Kosmos (che avrebbe dovuto intitolarsi *Gäa*), descrive la terra come «*un insieme naturale animato e mosso da forze interne*», anticipando l’ipotesi Gaia;
- c) *revisione delle modalità di calcolo del PIL di un Paese introducendo indicatori che vadano ben oltre l’aspetto meramente economico*; a esempio, il FIL (Felicità Interna Lorda), introdotto nel 1972 dal re del Buthan e diventato operativo in tale paese dal 2008, prende in esame 33 parametri di “*felicità*” riconducibili alle seguenti 9 tematiche:
 - i. benessere psichico (includente anche la ‘*religiosità*’);
 - ii. salute;
 - iii. uso del tempo libero;
 - iv. grado d’istruzione;
 - v. diversità culturale e sua resilienza;
 - vi. buon governo;

³¹ MATASSINO D. e OCCIDENTE M., Crisi ambientale: didattica, ricerca e innovazione tecnica e biotecnica per la sostenibilità globale, in Atti 5. Meeting Internazionale di Bioetica della Biosfera, AMBIENTAMENTE 5 " New Technologies in the Environmental Era", organizzato dalla Pontificia Facoltà Teologica dell’ Italia Meridionale Sezione San Tommaso d’ Aquino, Istituto Italiano di Bioetica, CIRB, Isernia, 24-25 giugno 2016, Mimesis Quaderni di Bioetica, Edizioni, Milano-Udine, 2018, pp. 45-85.
http://aspa.unitus.it/matassino/1_elenco_publicazioni_Matassino.pdf.

- vii. vitalità delle comunità umane;
- viii. standard di vita;
- ix. diversità ecologica e sua resilienza.

Fra gli indicatori di benessere umano si ricordano anche:

- a) l' "*indice sullo sviluppo umano*" di SEN (1933-....) e Mahbub-ul-Haq (1934-1998);
- b) la *Performance economica e del progresso sociale* scaturente dal *Rapporto Stiglitz – Sen* (2009) e dal *primo Rapporto mondiale sulla felicità* di J. Sachs, J. Helliwell e R. Layard (2012); quest'ultimo è stato presentato in occasione dell'incontro sul tema "*Felicità e benessere*" organizzato dall'ONU nell'aprile 2012.

2.2. La filosofia ambientale nel dibattito sul futuro

*A livello mondiale la questione ambientale diviene sempre più rilevante e il dibattito filosofico vi entra a pieno titolo ispirando scelte e decisioni*³². Tra gli altri vengono istituiti:

- a) l'IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) nel 1948;
- b) l'UNEP (*United Nations Environment Programme*) nel 1972;
- c) l'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) nel 1988.

A livello di Nazioni Unite si ricordano:

- a) la Conferenza sull'ambiente umano (Stoccolma, 1972);
- b) la Conferenza su ambiente e sviluppo (Rio de Janeiro, 1992);
- c) il vertice mondiale sullo sviluppo sostenibile (Johannesburg, 2002);
- d) le Conferenze sul cambiamento climatico;
- e) la Conferenza sullo Sviluppo Sostenibile Rio+20 (Rio de Janeiro, 2012).

³² PAGANO P., (2015). *Appunti di Filosofia Ambientale*. Op. Cit..

Vengono istituite commissioni, tra cui il protocollo di Kyoto sulla riduzione dei gas serra (11 dicembre 1997 ed entrato in vigore nel 2005).

Vengono fondate nuove società di *filosofia ambientale* quali:

- a) *International Society for Environmental Ethics* (ISEE);
- b) *International Association for Environmental Philosophy* (IAEP).

Si afferma l' *"etica ambientale"*, definita, fra l'altro «*l'insieme dei principi etici in base ai quali regolare la relazione tra l'uomo e la natura*».

Non essendo chiaro il vero concetto di *"natura"*, forse non è errato rifarsi a Eraclito: «*la natura ama nascondersi*»; pertanto, essa ha un carattere *"enigmatico"* o di *"nascondimento"*; eppure, apparentemente, essa non nasconde alcuna cosa. Tuttavia, la *"natura"* rappresenta il problema più inquietante, se non il primo; problema che non può essere sottovalutato anche se Goethe dice «*anche ciò che vi è di più innaturale appartiene alla natura*».

Al di là di qualsiasi *"riduzionismo scientifico"* o *"semplificazione filosofica"*, l'asserzione agostiniana «*factus sum mihi magna quaestio*» conserva tutta la sua valenza nel pensare che quello della *"natura"* è un problema di non semplice soluzione. *Si può ritenere che esista un rapporto primigenio tra uomo e natura*; rapporto che li *"coinvolge"* reciprocamente, ma, per quanto ci riguarda, *con un'attribuzione ontologica privilegiata all'uomo*, se non di carattere *"numinoso"*. Questa visione è ampiamente giustificata anche dall'abissale differenza tra la vita dei viventi secondo la *"natura"* e la vita dei viventi secondo la *"natura umana"*; la seconda ha la capacità e il dovere di individuare, nello spirito del *"pléroma"*, la soluzione migliore del rapporto *"uomo-natura"*, in quanto l'uomo è portatore di una scienza *"antica"*: *la sapienza*. Operando con sapienza, l'uomo può distinguere, sulla base della *"concezione hegeliana"*, una *"natura in sé"* da una *"natura per noi"*, conscio che la prima non potrà mai essere totalmente inglobata nella seconda, se mai è la *"natura per noi"* che, se non gestita con lungimiranza e con *"amore"* può ritornare alla *"natura per sé"*. Indubbiamente, quest'ultima ha avuto un grande ruolo e significato vitale per i nostri antichissimi antenati. Sarebbe illusorio da parte

dell'uomo trasferire *sic et simpliciter* le acquisizioni proprie della “*natura per noi*” alla “*natura in sé*”.³³

Concordando con Pagano P.³⁴, l'*etica ambientale* cerca una risposta alle domande: «*Possiamo fare della natura quello che vogliamo? Abbiamo degli obblighi? Se sì: quali e quanti?*»

Nel 1974 Blackstone W.T.³⁵ e Passmore J.³⁶ danno luogo a un “*pluralismo*” di idee riconducibile a tre correnti di pensiero:

- a) “*Antropocentrismo*” includente: “*Antropocentrismo forte*” e “*cow-boy ethics*”, “*Antropocentrismo moderato*”, “*Utilitarismo*”, “*Etica della responsabilità*”, “*Etica ambientale cattolica*”;
- b) “*Biocentrismo o Anti-anthropocentrismo*”, comprendente: “*Etica della terra*”, “*Egocentrismo*”, “*Biocentrismo*” ed “*Etica dei diritti della natura*”, “*Ecofemminismo*” e “*Deep Ecology Movement*”, “*Pluralismo*”;
- c) “*Ecocentrismo*” (o *antropocentrismo-critico*) includente: “*Ecosofie*”, “*Ecologia profonda*”, “*Bioregionalismo*”, “*Eco-Evo-Centrismo*”.

(a) *Antropocentrismo*

Esso pone al centro dell'interesse l'*essere umano* e trova la sua origine nel *teleologismo antropocentrico*, la concezione secondo la quale tutti gli eventi naturali e la storia dell'universo sono finalizzati al servizio dell'essere umano o alla realizzazione dei suoi fini, purché eticamente accettabili.

Tra le varie posizioni antropocentriche, quelle “*antropocentriche moderate*” sono le più perseguite. Esse esprimono l'idea che la sopravvivenza dell'essere umano sia strettamente legata al suo comportamento protettivo nei confronti della natura.

(b) *Biocentrismo*³⁷

³³D. MATASSINO, *La zootecnia in un parco*. Atti Conv. 'Il parco come punto d'incontro di problematiche socio-economiche di un territorio, con particolare riferimento alla zootecnia', Tignale (BS), 6 giugno, 9, 1997.

³⁴ PAGANO P.. (2015). *Appunti di Filosofia Ambientale*. Op. Cit..

³⁵ BLACKSTONE W.T.. (1974). *Phylosophy and environmental crisis*, University of Georgia Press, Athens.

³⁶ PASSMORE J.. (1974). *Man's Responsibility for Nature: Ecological Problems and Western Traditions*, Charles Scriber's and Son, New York, 1974.

³⁷ PAGANO P.. (2015). *Appunti di Filosofia Ambientale*. Op. Cit.

Il “*Biocentrismo*” pone al centro di tutto la *vita* e quindi il valore intrinseco della natura. Esso include 2 correnti:

- a) “*olismo biocentrico*” (o “*biocentrismo olistico*”), che riconosce una dignità morale agli insiemi (specie, ecosistema, ecc.);
- b) “*individualismo biocentrico*” (o “*biocentrismo individualistico*”), che pone come prioritaria la vita del singolo individuo.

Ai fini di una gestione ottimale del “*bioterritorio*”, attualmente, si tende ad applicare un’ “*etica olistica*” (a esempio, abbattendo solo alcuni capi) agli animali selvatici non a rischio di estinzione e un’ “*etica individualistica*” ai singoli individui della flora e della fauna a rischio di estinzione.

Nella suddetta visione *olistica* rientrano l’ “*etica della Terra*”, da considerare un’etica deontologica (orientata al dovere) e l’ “*etica del valore*”; quest’ultima viene elaborata dal filosofo Rolston H. III (1932 -....) e assegna agli esseri viventi una *rispettabilità morale* basata sul loro valore intrinseco attribuito sulla base dei seguenti criteri:

- a) gerarchia dipendente dalla scala della complessità del sistema nervoso;
- b) i sistemi (popolazioni, habitat, ecosistemi, ecc.) hanno più valore dei singoli esseri viventi;
- c) gli individui di specie a rischio di estinzione hanno più valore degli individui di specie particolari; questi ultimi hanno maggior valore degli individui di specie ben rappresentate.

Per l’ “*individualismo biocentrico*” si ricorda l’*etica del “rispetto per la natura”* che viene elaborata dal filosofo Taylor P.W. (1923 - 2015) e si basa sui seguenti principi:

- a) i sistemi naturali sono composti da una rete di elementi interconnessi, nella quale il benessere di ciascun essere vivente dipende dal sano funzionamento degli altri;
- b) ogni individuo è teleologico (ovvero ha un fine ultimo);
- c) l’essere umano non è da considerare superiore alle altre specie ed è parte della comunità dei viventi.

Sempre concordando con Pagano P.³⁸, per comprendere l’ “*etica del rispetto*” «è sufficiente sostituire l’espressione “*dignità di*

³⁸ PAGANO P.. (2015). Appunti di Filosofia Ambientale. Op. Cit..

essere umano” dell’etica attuale con quella di “valore intrinseco” di tutti gli esseri viventi».

Marchesini³⁹, a proposito del *biocentrismo*, sostiene che è necessario svincolarsi dal modello cartesiano dell’animale non umano come “macchina”, mentre è importante ricercare in esso una “*soggettività*”, indipendentemente dal gruppo tassonomico di appartenenza; tale soggettività va intesa come capacità di essere sensiente e di entrare in relazione con altri soggetti e di utilizzare apprendimenti pregressi o innati sempre in modo nuovo e singolare, quindi di esprimere creatività.

(c) *Ecocentrismo*

L’ “*ecocentrismo*” nega qualsiasi contrapposizione tra uomo e natura e sottolinea la necessità di integrazione e di armonia tra essi. Come riportato da Pagano P.⁴⁰, esso affonda le sue radici nella “*Ecosofia T*” del filosofo Naess A. (1912-2009), il quale sostiene che tutti gli esseri viventi hanno il diritto di realizzare il Sé, in comunità con gli altri esseri. Anche l’uomo detiene questo diritto se mantiene sotto controllo il “*sé*” *individuale* per non ostacolare il “*Sé*” *collettivo*. Il principio cardine della concezione di Naess va ricondotto a quello di “*ecologia profonda*”, l’unica in grado di consentire alla natura di realizzare il “*Sé*” attraverso la realizzazione dei “*sé*” individuali (animali, vegetali, fungini, microbici, minerali, ecc.) e nel contempo di permettere all’uomo di beneficiare dei servizi ecosistemici.

L’ “*ecologia profonda*” si basa sui seguenti 8 principi:

- a) il fiorire della vita umana e quella degli altri esseri viventi sulla Terra hanno un valore intrinseco indipendente dall’utilità che possono apportare;
- b) la diversità biologica è un valore in sé e contribuisce alla prosperità della vita umana e non umana sul pianeta Terra;
- c) l’uomo non ha il diritto di ridurre la suddetta diversità, se non per soddisfare bisogni vitali;
- d) l’attuale interferenza umana sulla natura è eccessiva;
- e) un miglioramento significativo delle condizioni di vita richiede un cambiamento nelle politiche attuali;

³⁹ MARCHESINI R.. (2016). Etologia filosofica. Alla ricerca della soggettività animale. Mimesis, Collana Eterotopie.

⁴⁰ PAGANO P.. (2015). Appunti di Filosofia Ambientale. Op. Cit..

- f) un importante cambiamento ideologico dovrebbe consistere nell'apprezzare il valore intrinseco delle cose anziché promuovere un alto tenore di vita;
- g) impegno da parte di coloro i quali sottoscrivono questi punti a partecipare, direttamente o indirettamente, alla realizzazione dell'inversione delle attuali tendenze.

Nelle teorie “*ecocentriste*” rientra il “*bioregionalismo*”.

Il concetto di “*bioregione*” o “*ecoregione*” viene formulato da Berg P. e da Dasmann R. alla fine degli anni '60. La “*bioregione*” è da considerare «*un'unità territoriale avente caratteristiche fisiche, ecologiche e culturali omogenee. Essa non ha confini politici ed è caratterizzata da una secolare storia di co-evoluzione tra natura e umanità*». La “*bioregione*” viene anche definita dalle Organizzazioni internazionali (*World Resources Institute, World Conservation Union, FAO, UNESCO, United Nations, 1992*) come «*Un modello di gestione sostenibile delle risorse naturali di un territorio da parte delle comunità locali*». Una bioregione può essere identificata con un vero e proprio “*bioterritorio*”, del quale si parlerà diffusamente nel paragrafo 3.

Una forma particolare dell’ “*ecocentrismo*” è l’ “*Eco-Evo-Centrismo*”, proposto e sviluppato da Pagano P.⁴¹; tale visione armonizza le argomentazioni *antropocentriche* e quelle *biocentriche* in un’ottica evolutiva; esso sostiene che l’essere umano è una risorsa “*della natura*” e “*per la natura*”; in base alla teoria “*eco-evo-centrica*”, l’uomo dovrebbe essere l’artefice di una valorizzazione della qualità della vita “*per sé*”, per “*tutti gli altri organismi viventi*” e per la “*natura tutta*”. Tale teoria presuppone l’esistenza di *proprietà emergenti*. Queste ultime scaturiscono da relazioni tra le parti e, pertanto, non possono essere dedotte dal comportamento della singola componente. Una delle ragioni per cui si verifica un *comportamento emergente* è che il numero di interazioni tra le parti di un sistema aumenta combinatorialmente con il numero delle componenti, consentendo il potenziale emergere di nuovi tipi di comportamento. Nel corso dei milioni di anni l’evoluzione ha prodotto numerose *proprietà emergenti*. In tale contesto, l’uomo rappresenta un salto evolutivo che determina un avvicendamento da

⁴¹ PAGANO P.. (2014). Eco-Evo-Centrism: a new environmental philosophical approach. Energia, Ambiente e Innovazione, 2-3, 93-99.

evoluzione biologica a evoluzione culturale^{42,43,44}. “*Evoluzione biologica*” ed “*evoluzione culturale*” costituiscono un “*binomio inscindibile*”⁴⁵. L’evoluzione “*biologica*” può essere considerata un processo *transgenerazionale* con velocità dipendente dalle *contingenze* intrinseche all’*organismo* o relative al *contesto ambientale*, quindi imprescindibile dall’ambiente. «L’evoluzione ‘*culturale*’ è un processo molto più rapido dell’evoluzione ‘*biologica*’, perché la trasmissione, in questo caso, non è mendeliana, ma è ‘*epidemica*’ e l’innovazione (l’invenzione) è meno ‘*casuale*’ della mutazione ma più ‘*mirata*’ e dispendiosa in quanto, come qualunque innovazione, comporta sempre costi oltre che benefici»⁴⁶.

Alla luce delle predette considerazioni, i modelli ereditabili sono ormai riconducibili a 4 dimensioni⁴⁷:

- a) *genetica*;
- b) *epigenetica*;
- c) *comportamentale*;
- d) *simbolica o culturale* (trasmissione tramite il linguaggio o altre forme).

2.2.1. “Etica teologica”

Un discorso a parte nell’ampio panorama della *filosofia ambientale* merita l’ “*etica del dono divino*” o “*etica teologica*”, che trae le sue origini da San Francesco d’Assisi e, concordando con

⁴² MATASSINO D.. (2007). La prevenzione inizia a tavola. Tavola Rotonda nell’ambito del 2. Seminario su “Alimentazione e Cancro”, promosso dall’Associazione Solidaristica per l’Istruzione e la Formazione, Torrecuso (Bn), 5 dicembre 2008 (Presentazione PowerPoint http://aspa.unitus.it/matassino/1_elenco_publicazioni_Matassino.pdf).

⁴³ GALLEN L.. (2011). Darwin, Teilhard de Chardin e gli altri.....le tre teorie dell’evoluzione, Felici Editore, Pisa.

⁴⁴ PAGANO P.. (2015). Appunti di Filosofia Ambientale. Op. Cit..

⁴⁵ MATASSINO D.. (2014). L’importanza del recupero di tipi genetici autoctoni. Atti II Congresso Nazionale RIRAB (Rete Italiana per la Ricerca in Agricoltura Biologica) – IX Convegno ZooBioDi (Associazione Italiana di Zootecnia Biologica e Biodinamica) “Il contributo dell’Agricoltura Biologica ai nuovi indirizzi di politica agro-ambientale: il ruolo della ricerca e dell’innovazione”, Roma, 13 giugno 2014. I Quaderni ZooBioDi “La Biodiversità: una risorsa per la zootecnia biologica”, 9/2014, 17-33.

⁴⁶ CAVALLI SFORZA L.L.. (2008). Relazione presentata in occasione del Convegno “La ‘biodiversità’ base dell’innovazione”, organizzato dall’Università degli Studi del Sannio e dalla Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali in onore del prof. Donato Matassino, Benevento, 16 dicembre 2008.

⁴⁷ JABLONKA E. AND LAMB M.J.. (2005). Evolution in four dimensions, (Trad. it. di N. Colombi L’evoluzione in quattro dimensioni. Variazione genetica, epigenetica, comportamentale e simbolica nella storia della vita, Utet, Torino, 2007).

Pagano P.⁴⁸, essa va collocata nell'ottica "teocentrica" o della "saggia amministrazione".

Matassino D. e Occidente M.⁴⁹ evidenziano come la *crisi ecologica*, indubbiamente, *stia interrogando anche la teologia cristiana*.

S.S. Benedetto XVI, nel capitolo IV della sua Enciclica 'Caritas in veritate' (2009) al paragrafo 48 collega il tema dello sviluppo dei popoli anche ai «*doveri che nascono dal rapporto dell'uomo con l'ambiente naturale*». Quest'ultimo è da considerare come «*dono di Dio a tutti, e il suo uso rappresenta per noi una responsabilità verso i poveri, le generazioni future e l'umanità intera. La natura è espressione di un disegno di amore e di verità. Essa ci precede e ci è donata da Dio come ambiente di vita.... Anche la natura è una 'vocazione'. La natura è a nostra disposizione come un dono del Creatore che ne ha disegnato gli ordinamenti intrinseci, affinché l'uomo ne tragga gli orientamenti doverosi per 'coltivarla' e 'custodirla'*». Il "coltivare e il custodire il creato", espressioni risalenti alla genesi (2, 15), nella loro semanticità, costituiscono il "prodromo" di uno "status" di continua "diversificazione" nel tempo e nello spazio, cui l'uomo con la sua "intelligenza" e con il suo "libero arbitrio" contribuisce in modo determinante nei limiti della infinita "capacità al costruttivismo"⁵⁰.

L'"ecologia umana" introduce l'uomo in un contesto ambientale e, contemporaneamente, svincola l'ecologia da atteggiamenti meramente panteistici tendenti a considerare la "natura" più importante della "persona". Tuttavia, l'"ecologia umana" rifiuta qualsiasi atteggiamento 'prometeico' da parte dell'uomo. Come sottolineato da Benedetto XVI sempre nell'Enciclica "Caritas in veritate" (2009): «*la Chiesa ha una responsabilità sul creato e deve far valere questa responsabilità anche in pubblico. E facendolo deve difendere non solo la terra, l'acqua e l'aria come doni della creazione appartenenti a tutti. Deve proteggere soprattutto l'uomo contro la distruzione di se stesso. E' necessario che ci sia qualcosa come una "ecologia dell'uomo" intesa in senso giusto. Il degrado della natura è infatti strettamente connesso alla cultura che modella la convivenza umana: Quando l'"ecologia umana" è rispettata dentro la società, anche l'ecologia ambientale*

⁴⁸ PAGANO P.. (2015). Appunti di Filosofia Ambientale. Op. Cit..

⁴⁹ MATASSINO D. e OCCIDENTE M.. (2011). Alcune riflessioni etiche sulla gestione di un bioterritorio. Op. cit..

⁵⁰ Per un significato più ampio di "capacità al costruttivismo", si rimanda al paragrafo 3.

ne trae beneficio». Alla luce di ciò l'*ecologia dell'uomo*⁵¹ deve sempre più guidare uno sviluppo sostenibile in quanto – come è noto – è la “*cultura*” (in senso lato) che modella la “*convivenza umana*”⁵².

Un passo successivo verso la ricerca della *sostenibilità globale* è rappresentato da una nuova visione di ecologia identificabile con una vera e propria “*ecologia integrale*”; quest'ultima è da considerare l'elemento portante della lettera Enciclica “*Laudato si*” del Santo Padre Francesco sulla cura della casa comune” e include dimensioni umane e sociali inscindibilmente legate con la questione ambientale. In tale nuova visione l'uomo è connesso alla *natura*; infatti, la *natura* non è – “*una mera cornice*” della vita umana in quanto «*Non ci sono due crisi separate, una ambientale ed un'altra sociale – bensì una sola e complessa crisi socio-ambientale*».⁵³

L' “*ecologia integrale*” si concretizza nell'inscindibile trinomio “*ecologia naturale - ecologia umana - ecologia sociale*”; Benedetto XVI⁵⁴ afferma: «*Ogni atteggiamento irrispettoso verso l'ambiente reca danni alla convivenza umana, e viceversa*». Alcuni elementi “*chiave*” dell' ecologia “*integrale*” sono:

- a) organismi viventi considerati in rete;
- b) inscindibile relazione tra *natura* e società;
- c) necessità di soluzioni integrali;
- d) ecologia economica;
- e) ecologia culturale;
- f) ecologia umana ;
- g) bene comune.⁵⁵

⁵¹ *Ecologia umana*: studio dei rapporti che i gruppi umani intrattengono con i diversi ecosistemi naturali e umani in modo da soddisfare i loro bisogni nella prospettiva di raggiungere la maggiore autonomia possibile tenuto conto delle risorse disponibili negli ecosistemi (Raffestin C., Centro di Ecologia Umana di Ginevra, 2000).

⁵² MATASSINO D.. (2009). Ricerca avanzata, politiche agro-alimentari e sviluppo territoriale, Convegno "La scuola va nel mondo del lavoro", Morcone (BN), 24 settembre 2009 http://aspa.unitus.it/matassino/1_elenco_publicazioni_Matassino.pdf.

⁵³ J. M. BERGOGLIO, *Lettera Enciclica Laudato si* Del Santo Padre Francesco Sulla Cura Della Casa Comune, 24 maggio 2015.

⁵⁴ Messaggio per la Giornata mondiale della pace, 2007, capitolo “Ecologia della pace”, paragrafo 8.

⁵⁵ D. MATASSINO, *Ricerca avanzata, politiche agro-alimentari e sviluppo territoriale*, Convegno "La scuola va nel mondo del lavoro", Morcone (BN), 24 settembre 2009, http://aspa.unitus.it/matassino/1_elenco_publicazioni_Matassino.pdf; D. MATASSINO, G. VARRICCHIO, M. SERLUCA, M. OCCIDENTE, *Alcune riflessioni di natura ecologico-sociale per il “benessere psichico-fisico” del sistema “uomo”*, Workshop “Scienza delle produzioni animali e Medicina umana per una società in salute”, Napoli 6 giugno 2014, in *Italiaetica*, Anno IX, 2, settembre 2015.

Secondo D'Agostino F.⁵⁶, il riconoscimento da parte dell'uomo della propria naturalità (*'diritto naturale'*) permetterebbe di cogliere la complessità dei fenomeni, evitando banalizzazioni. Moltmann J.⁵⁷ si fa portavoce di una *"spiritualità cosmica"* tendente a considerare la creazione come una *"comunità di co-creature"* appartenenti a uno scenario comune in cui tutte le creature agiscono contemporaneamente e armonicamente nello spazio e nel tempo; pertanto, in tale scenario, l'uomo non sarebbe un attore esterno, ma parte integrante di esso e pienamente integrato con il sistema *"antropo-bio-geo-pedo-fisico-chimico-climatico"*, con le *piante*, con gli *animali* e con *se stesso*; in tale sistema non va trascurato il *metagenoma (genoma microbico)* del suolo, il quale, contribuendo alla genesi e alla strutturazione del suolo, svolge un ruolo principe nel regolare la produttività vegetale e, conseguentemente la produttività animale della *"microbiosfera"* di una determinata *"area geografica"*. Si stima che il genoma microbico per grammo di suolo sia pari a $\sim 10^{12}$ (1.000 miliardi) paia di basi⁵⁸. Lo stesso individuo umano, alla luce delle recenti evidenze, dovrebbe essere considerato sempre più un'unità *"olobionte"*⁵⁹, quale complesso comprendente anche vari organismi simbiotici: *viroma, microbioma, macrobioma*. Il concetto di *"olobionte"* nasce da un approccio, ormai sempre più consolidato, allo studio delle interazioni (positive o negative) tra il miliardo di miliardi (10^{18}) di batteri⁶⁰ e l'organismo umano e, fra essi, in

⁵⁶ D'AGOSTINO F. . (2011). Processo al Gender, Intervista di A. Galli. Avvenire, 1 ottobre.

⁵⁷ MOLTMANN J.. (2009). La teologia di Gaia. Avvenire 16 dicembre.

⁵⁸ VOGEL T.M. et al.. (2009). TerraGenome: a Consortium for the sequencing of a soil metagenome, Nature, 252.

⁵⁹ ROSENBERG E.,ZILBER-ROSENBERG I.. (2008). *From bacterial bleaching to the hologenome theory of evolution*, Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium», Florida, 269-272; PORTERA M., MANDRIOLI M.. (2013). *Chi sono io? Forme dell'individuo tra filosofia e biologia*, in "Atque. Materiali tra filosofia e psicoterapia", n. 12 "Prima e terza persona. Forme dell'identità e declinazioni del conoscere", a cura di F. Desideri e P. F. Pieri, 81-104.

⁶⁰ La totalità dei batteri commensali e del loro genoma colonizzante l'organismo umano è noto come *"microbioma"*; il termine *"microbiota"* considera le specie microbiche presenti prescindendo dal loro genoma. Il *'microbioma umano'* può essere considerato un vero e proprio *"sistema epigenetico"* che si sovrappone al codice genetico. Si stima, a oggi, che il solo genoma microbico intestinale noto ammonti a $\sim 3,3$ milioni di segmenti di DNA codificanti polipeptide/i ('geni') (da ~ 1.000 specie) vs solo 20.115 segmenti di DNA codificanti polipeptide/i ('geni') presenti nel genoma umano; il *"microbiota intestinale"* è dominato da cinque *phyla* batterici: (a) *Firmicutes (Lactobacillus, Ruminococcus, Clostridium, Mycoplasma e Eubacterium)*; (b) *Actinobacteria gram-positivi* (tra cui il *Bifidobacterium*); (c) *Bacteroidetes*; (d) *Proteobacteria* (tra cui *l'Escherichia Coli*); (e) *Verrucomicrobia* (D. MATASSINO, *Tutela della biodiversità e salute umana, Convegno "Tradizione alimentare dell'Appennino Campano e prevenzione dei tumori"*, Acerno (SA) 6 ottobre 2012, http://aspa.unitus.it/matassino/1_elenco_publicazioni_Matassino.pdf).

particolare, il “*microbiota intestinale*” (circa centomila miliardi di batteri = 10^{14}), co-evolutosi⁶¹ in parallelo con l’uomo. Il “*microbiota intestinale*” può essere considerato una sorta di “*ecosistema interno*”, dinamico nel tempo e nello spazio⁶². Esso, a partire dalla nascita, svolge un ruolo di rilievo nella modulazione del sistema immunitario e del genoma dell’ospite. Ciò significa che una “*persona*” non può essere definita unicamente in base alla sequenza genomica ereditata al momento del concepimento, ma anche dai genomi delle diverse specie microbiche che colonizzano l’organismo; pertanto, sarebbe opportuno parlare di “*ologenoma*” (o “*genoma esteso*”) da intendere come la somma di tutte le informazioni genetiche presenti in un organismo; in tale ottica l’ “*olobionte*” rappresenta il risultato della interazione tra le varie funzioni definite dall’ “*ologenoma*”⁶³.

⁶¹ A. H. Moeller, A. Caro-Quintero, D. Mjungu, A. V. Georgiev, E. V. Lonsdorf, M. N. Muller, A. E. Pusey, M. Peeters, B. H. Hahn, H. Ochman, *Cospeciation of gut microbiota with hominids*, in *Science*, 353, 6297 (2016) 380-382.

⁶² La modulazione e la successione temporale della composizione del microbiota intestinale caratterizzano un individuo nel corso della propria vita. Questa caratterizzazione è funzione delle specie “*fondatrici*” che si instaurano nel neonato al momento della nascita. Infatti, l’identità tassonomica dei microrganismi “*fondatori*” è fortemente influenzata dal tipo di parto [“*naturale*” (“*vaginale*”) o “*cesareo*”], nonché dal tipo di “*allattamento*” (“*al seno*” o “*non al seno*”). A esempio, il parto “*naturale*” (“*vaginale*”) induce nel neonato l’acquisizione della flora batterica tipica del canale vaginale (*Lactobacillus* spp., *Prevotella* spp., *Sneathia* spp.), mentre il parto “*cesareo*” è responsabile di una prevalenza di microrganismi tipici della pelle della madre (*Staphylococcus* spp., *Corynebacterium* spp., *Propionibacterium* spp.); l’ “*allattamento al seno*”, rispetto a quello “*non al seno*”, favorisce un ulteriore arricchimento del microbiota intestinale in *Lattobacilli*; inoltre, gli oligosaccaridi e gli altri glucidi presenti nel latte materno stimolano la proliferazione di *Bifidobatteri*, i quali migliorano la digeribilità del latte [L. PUTIGNANI, F. DEL CHIERICO, A. PETRUCCA, P. VERNOCCHI, B. DALLAPICCOLA, *The human gut microbiota: a dynamic interplay with the host from birth to senescence settled during childhood* in *Pediatric Research*, 76, 1 (2014) 2-10]. Alcuni risultati preliminari di studi sull’uomo confermano il ruolo “*antidepressivo*”, già evidenziato nel topo, dei *Bifidobatteri* e dei *Lattobacilli* (cosiddetti batteri “*probiotici*”; in particolare, il *Lactobacillus reuteri* e il *Lactobacillus rhamnosus*); tale azione “*antidepressiva*” si realizzerebbe grazie all’esistenza di una “*comunicazione bidirezionale*” tra “*microbiota intestinale*” ed “*encefalo*” mediata dal nervo vago; quest’ultimo collega il sistema nervoso enterico (cosiddetto “*cervello viscerale*”) all’encefalo [S. REINDERBERGER, *Cibo per la mente*, in *Mente e Cervello*, 92, (2012), 34-39; A. C. BESTED, A. C. LOGAN, E. M. SELHUB, *Intestinal microbiota, probiotics and mental health: from Metchnikoff to modern advances: part III – convergence toward clinical trials*, *Gut Pathogens*, 2013, <http://www.gutpathogens.com/content/5/1/4>; D. MATASSINO, G. VARRICCHIO, M. SERLUCA, M. OCCIDENTE, *Alcune riflessioni di natura ecologico-sociale per il “benessere psichico-fisico” del sistema “uomo”, op. cit.*].

⁶³ PORTERA M., MANDRIOLI M., *Chi sono io? Forme dell’individuo tra filosofia e biologia*, op. cit.

2.3. Conservazione, Preservazione, Protezione, Sostenibilità

Alcuni concetti “*chiave*” che emergono dalla filosofia e dall’etica ambientale sono: “*conservazione*”, “*preservazione*”, “*protezione*” e “*sostenibilità*”.

Il concetto di “*conservazione*”, o di “*saggia amministrazione*”, rientra nella visione “*antropocentrica debole*” e mira alla conservazione di beni materiali. Essa può essere sintetizzata nel principio di “*responsabilità per la natura*”, il quale recita che «*le risorse devono venire usate in modo saggio e oculato affinché possano rigenerarsi; quelle che non si rigenerano devono essere utilizzate in modo che durino il più a lungo possibile*». Si ricorda che si deve a Jonas H.⁶⁴ l'introduzione del “*Principio della responsabilità*”, che deve sempre integrare quello della “*libertà*”.

La “*protezione della natura*” mira a mantenere intatta la natura al fine di poterne godere tutti gli aspetti, *materiali e non materiali*, oggi e nel futuro.

La “*preservazione*” ha invece un significato “*non-antropocentrico*”, in quanto mira a preservare tutti gli oggetti naturali indipendentemente dalla utilità immediata che hanno per l’essere umano. La preservazione della biodiversità è un’operazione difficile; tra le varie strategie teoriche, quanto proposto da Weitzman M.L.⁶⁵ sulle politiche di conservazione è di viva attualità: “*applicazione di opportune funzioni di diversità*”. L’uso della “*funzione di diversità*” permette di effettuare opportune scelte per una politica di conservazione “*a breve*” e a “*lungo termine*”. Metrick A. e Weitzman M.L.⁶⁶ e Ollivier L.⁶⁷ suggeriscono una procedura interessante per decidere quale tipo genetico a rischio di estinzione deve essere preservato sulla base di concetti scientifici inerenti a “*rarietà*” e “*unicità*”. I suddetti Autori evidenziano, con procedure matematico-statistiche, la possibilità di redigere una lista di priorità

⁶⁴ JONAS H.. (1979). Das Prinzip Verantwortung, Insel Verlag, Frankfurt am Main (Trad. it. Il principio di responsabilità, Einaudi, Torino, 1990).

⁶⁵ WEITZMAN M.L. (1992). “On diversity”. The Quarterly Journal of Economics, 107, 363-405. WEITZMAN M.L. (1993). What to preserve? An application of diversity theory to crane conservation. The Quarterly Journal of Economics, 108, 157-183.

⁶⁶ METRICK A. e WEITZMAN M.L.. (1996). Patterns of behaviour in endangered species preservation. Land Economics, 72, 1-16.

⁶⁷ Ollivier L.. (1998). Animal genetic resources in Europe: present situation and future prospects for conservation”. Proc. of 8th World Conference on Animal Production, Seoul, June 28-July 4, Symposium Series 1, 237-244.

riguardante contemporaneamente un TGA o TGAA “*raro*” e un TGA o TGAA “*unico*” giungendo a concludere che: «*nella classificazione di priorità un TGA o TGAA raro può precedere geneticamente un TGA o TGAA unico*».

La *teoria della sostenibilità* viene ufficialmente introdotta nel corso della prima Conferenza ONU sull’ambiente, tenutasi a Stoccolma nel 1972. Nel 1987 la teoria della sostenibilità viene trattata nel Rapporto Brundtland, predisposto dalla Commissione Ambiente e Sviluppo su incarico dell’ONU nel 1983. In tale rapporto lo sviluppo sostenibile viene definito come «... *uno sviluppo che deve soddisfare le necessità del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future a soddisfare le proprie necessità*»; tale definizione tende a esprimere tre esigenze basilari⁶⁸:

- a) *sostenibilità fisica*: mantenere invariati le peculiarità di riproducibilità e di integrità di una risorsa per il futuro;
- b) *sostenibilità fisico-biologica*: passaggio dalla singola risorsa a quella di un ecosistema;
- c) *sostenibilità fisico-biologico-sociale*: inclusione globalizzante della sfera relazionale della vita degli esseri viventi; in quest’ultima esigenza appaiono i due principi basilari di *equità intra-generazionale* e di *equità inter-generazionale*.

Il concetto di sostenibilità ambientale viene affinato e ampliato continuamente negli ambienti internazionali e non.

Nel 2014, il filosofo Bodei R. afferma «... *ogni generazione dovrebbe sforzarsi di restituire di più di quello che ha ricevuto... dalla famiglia e dalla società...*»; tale definizione rinnova il concetto di equità inter-generazionale in una direzione più adatta all’oggi sostituendola con il concetto di *arricchimento inter-generazionale* nel senso che la sostenibilità dovrebbe essere assicurata dal contributo sempre crescente di ogni generazione rispetto alle generazioni precedenti.

In occasione della Conferenza scientifica del 2012 “*Il pianeta sotto pressione: nuove conoscenze verso soluzioni*”⁶⁹, conclusasi con le raccomandazioni della “*Dichiarazione sullo stato del pianeta*” emerge la concezione di “*sostenibilità globale*”: «*La specie umana*

⁶⁸ MATASSINO D. e CAPPUCCIO A.. (1998). Costs of Animal Products and Standard of Living. Proc. 8th World Conference on Animal Production, Seoul, June 28-July 4. Special Symposium & Plenary Sessions, 559-591.

⁶⁹ Planet under pressure. New knowledge towards solutions- Londra, 29 marzo 2012.

sta degradando l'ambiente su tutta la scala territoriale, dal locale al globale»..... «...sosteniamo il concetto di economia verde che riconosce l'interconnessione tra sostenibilità economica, sostenibilità ambientale e sostenibilità sociale». Tale interconnessione costituisce la logica di sviluppo sostenibile, la quale è rappresentabile dalla **figura 2** proposta da Giaoutzi M. e Nijkamp P.⁷⁰

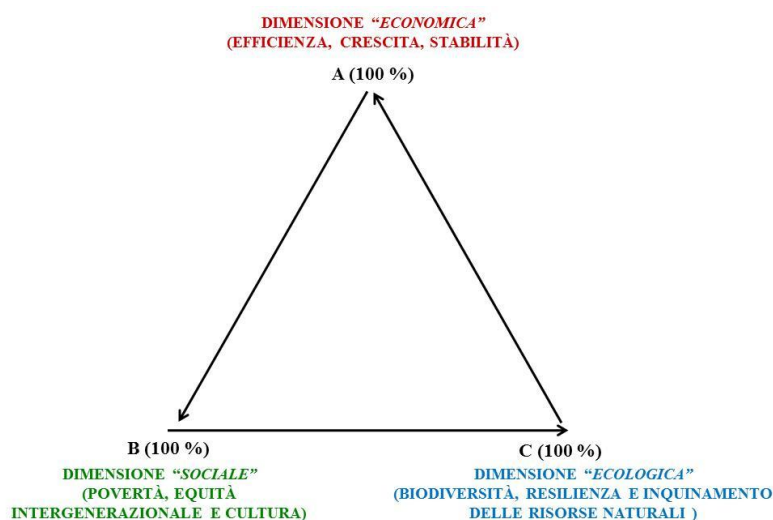


Figura 2. Rappresentazione grafica del concetto di 'sviluppo sostenibile'.

Il diagramma a triangolo equilatero vuole significare che i tre vertici (A, B e C) indicano la massimizzazione di un solo obiettivo. Le diverse combinazioni all'interno del triangolo consentono di realizzare soluzioni variabili, temporalmente e spazialmente, in una visione di ottimizzazione dinamica sistemica. Pertanto, la sostenibilità consiste nell'armonizzare, in un equilibrio dinamico, le "forze" eterogenee e conflittuali identificabili con: l'efficienza, la crescita e la stabilità nella *dimensione "economica"*; la povertà, l'equità intergenerazionale e la cultura nella *dimensione "sociale"*; la biodiversità, la resilienza⁷¹ e l'inquinamento delle risorse naturali nella *dimensione "ecologica"*⁷².

Le suddette tre dimensioni della sostenibilità sono perfettamente espresse nei 17 obiettivi per lo sviluppo sostenibile inclusi nell' Agenda ONU 2030 adottata nel settembre 2015 (**figura 3**).

⁷⁰ GIAOUTZI M. e NIJKAMP P.. (1993). Decision Support Models for Sustainable Development. Aldershot, Avebury.

⁷¹ *Resilienza*: termine derivato dal latino "resilire" = rimbalzare; essa può essere definita come la capacità di un sistema biologico o abiologico di diversificarsi continuamente, nel tempo e nello spazio, per effetto modificatore di eventi antropo-bio-geo-pedo-climatici, ottimizzando il suo status funzionale, essendo questo sistema dotato di sofisticati meccanismi (molti ignoti all'uomo), i quali agiscono secondo i principi propri della cibernetica.

⁷² MATASSINO D. e CAPPUCCIO A.. (1998). Costs of Animal Products and Standard of Living, *op. cit.*.

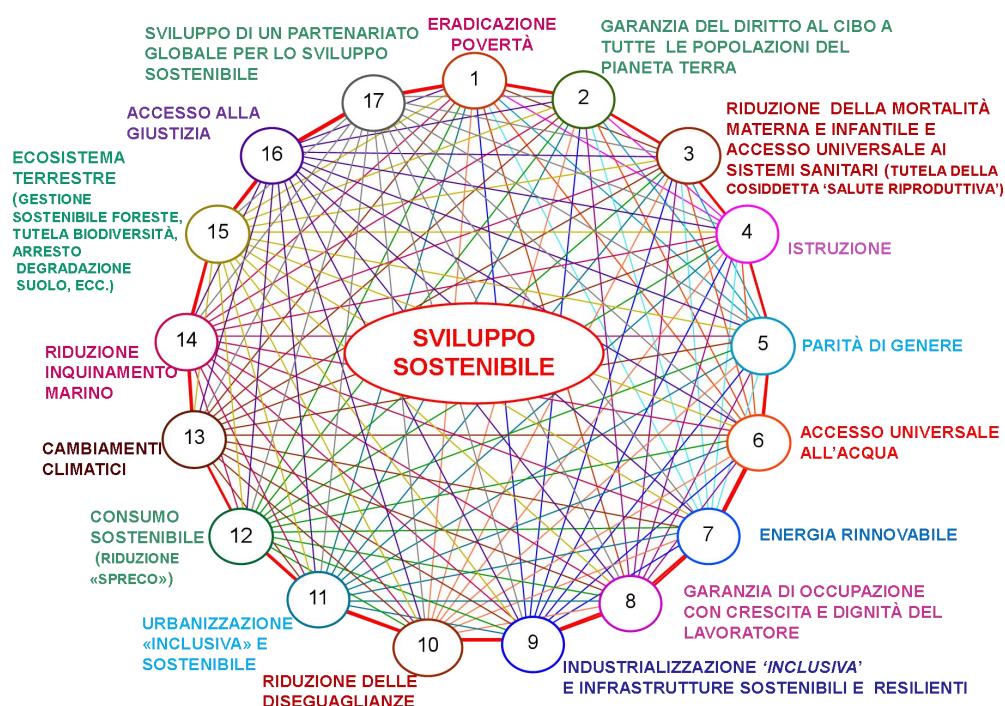


Figura 3. Esempificazione di un “mandala” rappresentativo di uno sviluppo sostenibile (17 obiettivi dell’Agenda ONU 2030)⁷³.

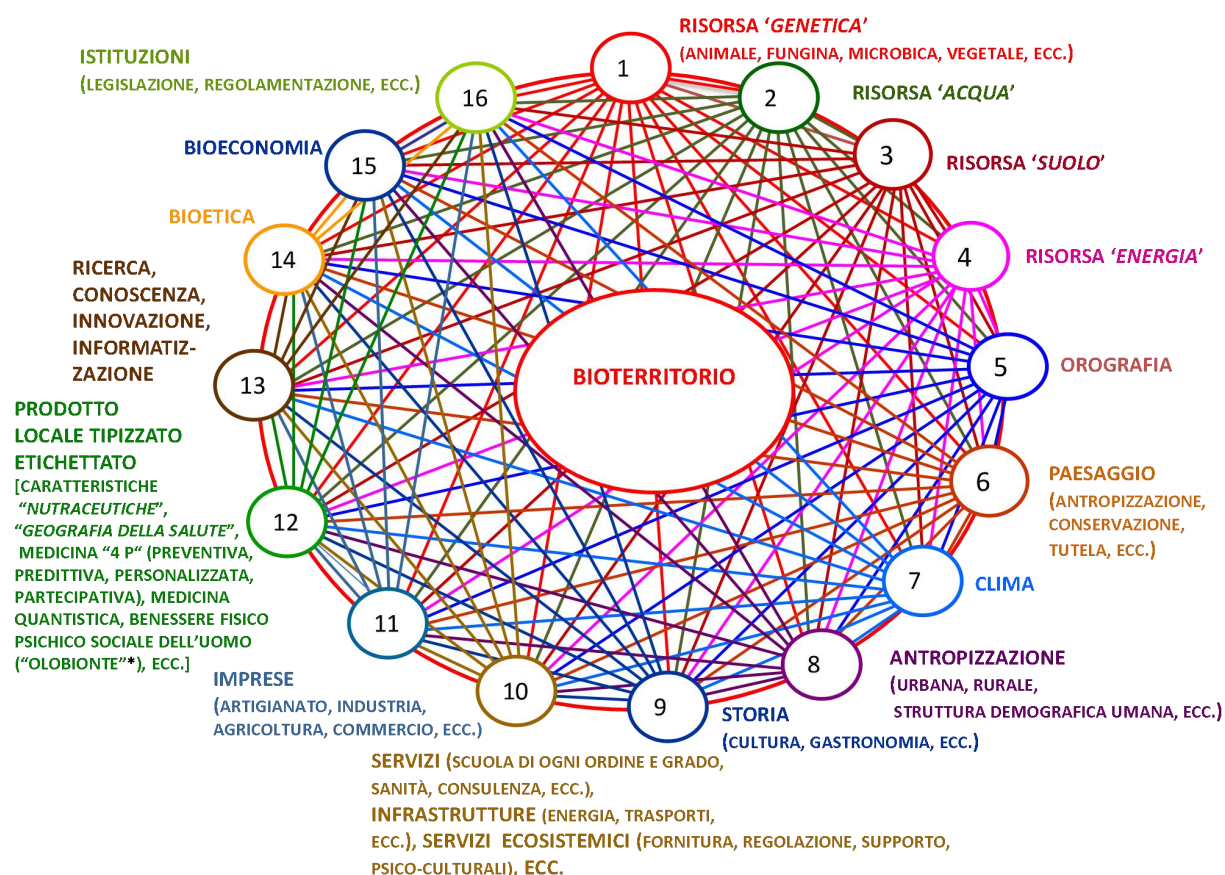
3. Bioterritorio

Un “bioterritorio” può essere considerato il *momento olistico* di un *percorso atomistico*; percorso, quest’ultimo, costituito dalla molteplicità delle sue risorse endogene.

Il “bioterritorio” può essere raffigurato da un mandala (**figura 4**); quest’ultimo, alla luce della scoperta della *cibernetica* da parte di Wiener N. nel 1948, può essere considerato una rappresentazione dell’*impostazione sistemica*. Un sistema può essere definito come un “*complesso di eventi o di fenomeni di vita reale contrassegnati da scambiabili legami funzionali*”, specialmente “*mutualistici*” o “*empatici*”^{74, 75, 76}.

⁷³ MATASSINO D., SERLUCA M., OCCIDENTE M. (2022). Il tartufo: elemento di sviluppo sostenibile di un bioterritorio campano. Workshop “Il tartufo della Campania in cucina”, organizzato dall’Assessorato all’Agricoltura della regione Campania, Centurano, Caserta, 29 novembre 2016. In: “La tartuficoltura in Campania. Storia, classificazione e potenzialità del tartufo”. Ed. Futuridea e Regione Campania.

⁷⁴ BETTINI T.M. (1972). Concezioni moderne sulla validità dei cosiddetti gruppi etnici, anche ai fini dello sviluppo zootecnico. In: ‘Riproduzione animale e fecondazione artificiale’, Edagricole, Bologna, 23-44.



*L'ESSERE UMANO PUO' ESSERE CONSIDERATO UN'UNITA' "OLOBIONTE" QUALE COMPLESSO COMPRENDE ANCHE VARI ORGANISMI SIMBIONTI : VIROMA, MICROBIOMA , MACROBIOMA .

Figura 4. Esempificazione di un 'mandala' rappresentativo di un "bioterritorio"⁷⁷.

⁷⁵ MATASSINO D.. (1978). Il miglioramento genetico degli animali in produzione zootecnica. Eserc. Accad. Agr. di Pesaro, Serie III, 9, 33-98.

⁷⁶ MATASSINO, D. (1984). Problematiche del miglioramento genetico dei bovini. Atti XIX Simp. int. Zootecnia, Milano, 11. L'Allevatore, 40 (35), 6, 1984. L'Informatore zootecnico, 32 (7), 20, 1985.

⁷⁷ MATASSINO D. (2005). Attività zootecniche, in: G. ZUCCHI (Ed.) 'L'Agricoltura nelle aree protette: vincoli ed opportunità', Accademia Nazionale dell'Agricoltura – Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, 209, Bologna; MATASSINO D.. (2015). Global sustainability for a world of 'smart' bio-territories. Proceedings of I Workshop "Global sustainability inside and outside the territory" (a cura di C. Nardone e S. Rampone), Benevento, 14 febbraio 2014. World Scientific Publishing Company, 2015, 113-146. Sito internet ASPA (<http://aspa.altervista.org/>; link: 'archivio Prof. Donato Matassino').

Dalla figura 4 si intuisce come un “*bioterritorio*” vada analizzato sotto l’aspetto sia *ecologico* (cioè come *microbiosfera* di una determinata *area geografica* caratterizzata da peculiari condizioni “*antropo-bio-geo-pedo-fisico-chimico-climatiche*” che la differenziano da un’area limitrofa) sia *socio-economico* (cioè la rete di attori regolante l’uso delle risorse *endogene*, le reciproche relazioni tra gli attori stessi e i processi di valorizzazione).

In accordo con Di Castri F. e Balaji V.⁷⁸ «Un ‘*bioterritorio*’ si può identificare con uno spazio che ha la potenzialità di trasformarsi in un mosaico di attività diverse, un mosaico abitato e con radici rurali». Nell’espressione “*mosaico di attività diverse*” è intrinsecamente esplicitata quella che comunemente si chiama ‘*multifunzionalità rurale sostenibile*’. Nell’espressione “*mosaico abitato e con radici rurali*” vi sono la *potenzialità* e l’*emblematicità* del radicamento dell’uomo nel “*bioterritorio*” in cui abita quale *fonte della sua identità culturale*.

Da un punto di vista *antropico*, il “*bioterritorio*” può essere considerato come «*unità demica e culturale*».

La gestione di un “*bioterritorio*” richiede una innovazione che può esprimersi sinteticamente nella espressione “*gestione o valorizzazione intelligente*”⁷⁹ avendo però cura di attribuire a questo aggettivo il significato etimologico (dal latino ‘*intelligere*’ = capire, a sua volta derivato dalla contrazione di: *inter e legere* = leggere “*tra*”, quindi “*scegliere*”; *intus e legere* = leggere “*dentro*”). Quindi, occorre leggere *tra* e leggere *dentro* un “*bioterritorio*”. Cosa significa leggere “*tra*” e “*dentro*”? Leggere “*tra*” significa *individuare e interpretare* i fenomeni “*antropo-bio-geo-pedo-fisico-chimico-climatici*”; fenomeni quali risultato di eventi relazionali di ciascuna risorsa con il proprio intorno. Leggere “*entro*” può significare *valutare in termini quanto-qualitativi* ciascuna *risorsa endogena* la cui utilizzazione deve essere finalizzata a *originalità* e *diversificazione*, tenendo conto che l’*originalità* di un “*bioterritorio*” dipende dall’approfondimento e dai rapporti *tra* ed *entro* le connotazioni *biologiche, geografiche, sociali, strutturali,*

⁷⁸ DI CASTRI, F., BALAJI, V.. (2002). Tourism, Biodiversity and Information. Leiden: Backhuys.

⁷⁹ L’aggettivazione “*intelligente*” per la valorizzazione di un “*bioterritorio*” è stata menzionata *in primis* da C. Nardone in “*Biocapacità, agricoltura e futuro sostenibile*”, Giornata dell’Innovazione in agricoltura - Idee progetti prototipi per un nuovo sviluppo sostenibile, Benevento (MUSA), 15 giugno 2012.

infrastrutturali, giuridiche e produttive. Quindi, un “bioterritorio” è da ritenere “gestito intelligentemente”, nell’accezione suddetta, se si è in grado di percepire le mutevoli esigenze e le imprevedibili priorità per il continuo variare temporale e spaziale del sistema vita in esso contenuto e di individuare soluzioni conformi a soddisfare le suddette esigenze. Cioè, essendo un “bioterritorio” una vera e propria entità dinamica nel tempo e nello spazio, la “gestione intelligente” si concretizza dapprima nella identificazione delle sue potenzialità in termini di connotazioni specifiche e poi nella realizzazione di innovazioni peculiari confacenti al reale potenziale produttivistico.

La peculiarità del percorso formativo che porta a questi risultati sta nell’*assenza di qualsiasi iato fra scienza e studi umanistici*; infatti, solo un’ampia e continua integrazione fra le due “culture” può contribuire notevolmente a raggiungere dinamici traguardi utili per la società umana nel favorire il sorgere di una società integrata e protesa a perseguire obiettivi di vita consoni e propri di una società meno litigiosa ed egoistica, quindi in grado di realizzare i canoni propri dell’etica dell’*“alterità” e della “prossimità”, del “tuismo” e del “noismo”*⁸⁰. Trattasi, quindi, di un “sistema complesso” la cui soluzione non può che concretizzarsi nel raggiungimento di traguardi ottimali di *benessere fisico, psichico e sociale della persona* identificabili in una vera e propria *“cura etica della persona”*, intendendo *con questa espressione il noto imperativo morale della alterità o del farsi prossimo umano o della solidarietà cioè l’imperativo della preoccupazione per il benessere di un altro senza necessariamente un riscontro di reciprocità*. Parafrasando Hegel G.W.F., l’*etica* potrebbe identificarsi con la *“relianza”* (relazione + alleanza) di cui parla Morin E.⁸¹ cioè di quel rapporto umano capace di concentrare in sé l’amore, la *comprensione* e l’*alterità*.

Il binomio *“etica dell’ambiente — cura della persona”* rappresenta un sistema indissolubile dal momento che secondo Maelzer D.A.⁸² *«l’ambiente è la somma di ogni cosa che influenza direttamente la probabilità del vivente di vivere e di riprodursi”*»; quindi l’insieme delle variabili *fisiche, chimiche, biotiche e psichiche* influenzanti direttamente la probabilità del vivente di vivere e di

⁸⁰ MATASSINO D.. (2019). Presentazione del libro "Mosaico della Felicità. Biodiversità tra Scienza, Arte e Poesia" (Autori: Santa Fizzarotti Selvaggi e Dario Cianci), Levante Edizioni, Bari.

⁸¹ MORIN E.. (2005). *Éthique. La méthode*, tome 6, Le Seuil, Paris (Trad. it Il Metodo, sesto volume, Etica, cap 3, Raffaello Cortina, Milano).

⁸² MAELZER D.A. (1965). A discussion of components of environment in ecology. *J. Theoret. Biol.*, 8, 141.

riprodursi costituisce l'ambiente che chiamiamo *naturale*; se a queste variabili si aggiunge quella *antropica*, l'ambiente viene considerato *culturale*.

Un “*bioterritorio*”, identificabile con un *agroecosistema*, è una comunità ove *l'uomo è in stretta relazione con la componente fisica e con gli altri esseri viventi*, ma diventa sempre più impellente *individuare percorsi innovativi e coraggiosi* al fine di instaurare un nuovo rapporto tra questi “*attori*”. Sia sul *piano politico-istituzionale* che su quello dell'*innovazione tecnica e biotecnica* “*l'uomo allevatore*” costituisce un *tassello fondamentale insostituibile e unico* per raggiungere *pleromici equilibri* di un *agroecosistema* con cui è possibile realizzare *civiltà tecnico-scientifiche* a misura proprio della *natura* in cui *l'uomo deve costituire la parte fondante*; pertanto, il “*bioterritorio*” può essere paragonato a un “*teatro*” nel quale gli “*attori*” debbono recitare la propria parte affinché si raggiunga una rappresentazione ottimale dell’*opera*”⁸³.

Una “*filosofia strategica gestionale intelligente*” di un “*bioterritorio*” si fonda, prima di tutto, sulla “*conoscenza*” della “*qualità*” e della “*quantità*” di qualsiasi risorsa “*immateriale*” e “*materiale*” peculiare e propria dell’area geografica interessata, quindi tiene conto del ruolo “*relazionale*”; ruolo unico in grado di conferire “*dignità*” e “*valore etico*” alle iniziative da intraprendere e da attuare secondo una strategia in grado di individuare percorsi “*virtuosi*” basati su una “*offerta dinamica*” di proposte e di realizzazioni “*originali*”⁸⁴.

Una efficiente e dinamica “*filosofia strategica gestionale intelligente*” di un “*bioterritorio*” basata sull’utilizzazione del suo patrimonio zootecnico armonicamente inserito nel proprio microambiente di allevamento dovrebbe prendere in considerazione, tra l’altro, i seguenti aspetti principali⁸⁵:

- a) conoscenza del microambiente “*bioterritoriale*”;
- b) conoscenza del patrimonio genetico ‘ecologico’ locale, oggi definito “*risorsa zoogenetica autoctona*”;

⁸³ MATASSINO D. e OCCIDENTE M.. (2011). Alcune riflessioni etiche sulla gestione di un bioterritorio. Op. cit..

⁸⁴ MATASSINO D.. (2012). Filosofia strategica gestionale di un bioterritorio. Convegno “L’Università Popolare del Fortore racconta i suoi primi dieci anni”, San Bartolomeo in Galdo (BN), 8 ottobre 2011. Il Picentino, XLVI, n.s., 2012, 26.

⁸⁵ MATASSINO D.. (1976). La zootecnia nella utilizzazione del territorio interno del Mezzogiorno. Caserta Zootecnica, 8 (3), 6; MATASSINO D.. (1977). La zootecnia per lo sviluppo economico del Mezzogiorno. L’Allevatore, 33 (30-34 e 35), 5 e 6.

- c) attuazione di infrastrutture;
- d) presenza di una efficiente assistenza tecnica.

Pertanto, una conoscenza profonda delle peculiarità *genetiche, metaboliche, produttive ed eco-etologiche* di un TGA/TGAA risulta fondamentale per lo sviluppo di tale strategia gestionale.

Per realizzare quanto sopra elencato, occorre innanzitutto un'assunzione di responsabilità per il *cambiamento culturale* da parte della *scuola*, degli *organi di comunicazione* e di *quanti hanno funzione di motori di cambiamento*.

Il momento centrale della pianificazione nella "*gestione intelligente*" di un "*bioterritorio*" sarà l'*individuazione* - la meno errata possibile - di una strategia basata su una *mutua armonica empatica e reciproca* relazione tra "*tutela dell'ambiente*" e "*sviluppo socio-economico sostenibile*". Perseguendo questo tracciato, è possibile individuare soluzioni in grado di conciliare le esigenze dei due ecosistemi *naturale e culturale*.

Matassino D.⁸⁶ evidenzia come *«le aree collinari e montane dell'Appennino e delle Alpi siano caratterizzate da una marcata eterogeneità degli scenari produttivi, conseguenza di multiformi e complessi microambienti che caratterizzano il bioterritorio italiano»*; infatti, come sottolineato da Matassino D.⁸⁷, *«è possibile riscontrare, a esempio, che:*

- a) *la zootecnia è praticamente diffusa su tutto il bioterritorio, dal livello del mare ai limiti dei pascoli montani;*
- b) *una struttura etnica animale molto complessa (presenza contemporanea in azienda di più specie) convive con quella 'specializzata';*
- c) *l'estensione aziendale e consistenza degli animali allevati per unità produttiva zootecnica modeste sono presenti insieme a strutture di ampiezza anche notevole;*
- d) *ad aziende d'avanguardia si contrappongono realtà arcaiche a matrice fortemente pastorale;*
- e) *a tipi genetici con una bassa efficienza produttiva, ma particolarmente adattati (N.d.A. oggi con elevata*

⁸⁶ MATASSINO D.. (1986). Utilizzazione delle terre marginali col bovino Podolico. Atti I Convegno 'L'allevamento del bovino Podolico nel Mezzogiorno d'Italia', Acerno (SA) 6-8 giugno 1986, a cura di L. Ferrara. Ed. CNR - I.A.B.B.A.M., Napoli, 589, 1990.

⁸⁷ MATASSINO D.. (1985). Problemi e prospettive della zootecnia collinare. L'Allevatore, 41 (11), 6.

“capacità al costruttivismo”) all’ambiente, fanno riscontro soggetti con produzioni da ‘record’;

- f) a prodotti caseari di notevole pregio e con corrispondenti capacità di penetrazione nel mercato si affiancano situazioni di caseifici in difficoltà per non aver risolto alcuni problemi della produzione: qualità e standardizzazione del prodotto».

«L’approccio sistemico consente:

- a) a livello ‘bioterritoriale’, di cogliere gli elementi di differenziazione fra i sistemi produttivi e, quindi, di capire i motivi dell’attuale condizione e i limiti e le possibilità di sviluppo di ciascun sistema;
- b) a livello ‘aziendale’, di studiare gli effetti di ogni variabile in termini di interazione, cioè tenendo presente tutti gli altri fattori, ma anche di individuare quali fattori della produzione sono più determinanti o strategici per un effettivo sviluppo».

In più, l’Autore evidenzia l’importanza della ricerca ‘in loco’ e delle prospettive di sviluppo con particolare sottolineatura di seguire percorsi ai fini della caratterizzazione dell’*individualità aziendale* e del suo grado di efficienza con l’obiettivo finale di individuare *interventi teleologici*⁸⁸ finalizzati al raggiungimento degli scopi prefissati in quella determinata struttura produttiva e, pertanto, *interventi personalizzati*. Quanto ora esplicitato deve condurre anche a un miglioramento delle strutture e dei servizi in modo da rendere sempre meno disagiati le condizioni di vivibilità degli imprenditori agricoli, qualunque sia l’attività produttiva perseguita.

Alla luce di quanto detto, la caratterizzazione dell’*area geografica* di pertinenza prevede il trattamento e la gestione di una molteplicità di dati identificabile con i *big data*, che rappresentano un grande e complesso *database*. L’esigenza di costituire un *database* è legata alla necessità di semplificare la gestione dei dati, quindi di poter analizzare in modo congiunto una mole enorme di dati, estraendo maggiori informazioni rispetto a quelle che si potrebbero ottenere analizzando i singoli componenti. Secondo Rampone S.⁸⁹, un *big data* può essere rappresentato da quattro ‘v’:

⁸⁸ Termine riferito a teorie che considerano il mondo organizzato secondo fini determinati o che ritengono di riscontrare finalità in alcuni ambiti della natura (Vocabolario Treccani *online*).

⁸⁹ RAMPONE S. e MATASSINO D..(2017). Servizi integrati per la protezione del paesaggio e lo sviluppo sostenibile dei territori. In: “Paesaggi rurali. Percezione, Promozione, Gestione, Evoluzione sostenibile” (a cura di R. Del Prete e A. P. Leone), Regione Campania, Edistampa, Dragoni (Ce), 115-129.

- a) *volume* = capacità di acquisire, memorizzare e accedere a grandi volumi di dati;
- b) *velocità* = capacità di effettuare analisi in tempo reale o quasi;
- c) *varietà* = si riferisce alle varie tipologie di dati, provenienti da fonti diverse;
- d) *veridicità* = qualità dei dati intesa come il valore informativo che si riesce a estrarre.

Nell'ambito di un "*bioterritorio*", la collezione di *big data*, variando nel tempo, può consentire di mettere a fuoco "*modelli gestionali innovativi*" finalizzati a introdurre metodiche gestionali in grado di ottimizzare la sostenibilità del "*bioterritorio*" interessato.

4. Capacità al costruttivismo

La "*capacità al costruttivismo*" indica la tendenza degli organismi anche a partecipare attivamente alla costruzione o alla composizione di un determinato "*bioterritorio*", piuttosto che "*adattarsi*" semplicemente all'ambiente, nel senso che essi si modificano *geneticamente* e *fenotipicamente* fino a instaurare con l'ambiente in cui agiscono e operano un rapporto vitale in grado di realizzare la massima "*fitness*" o "*idoneità biologica*"; quest'ultima può essere interpretata come "*misura di sopravvivenza e di riproduzione*"⁹⁰. Si ricorda che il termine "*fitness*" viene proposto da Darwin C.⁹¹ per indicare il "*vigore*" mostrato da un organismo nell'ambiente in cui vive. La definizione di "*fitness*" comporta:

- a) una questione ontologica consistente nella necessità di specificare l'entità biologica sulla quale si effettua la misura (genotipo, organismo, carattere o manifestazione fenotipica);
- b) una questione epistemologica riguardante la rappresentazione matematico-formale di *fitness* collocata all'interno di un appropriato quadro teorico.

Il concetto di "*capacità al costruttivismo*" è connesso a quello di "*ereditarietà ecologica*" (*ecological inheritance*), nel senso che «*mentre la trasmissione dei 'geni' è una partita che si gioca tra le*

⁹⁰ DOBZHANSKY T.. (1970). *Genetics of the Evolutionary Process*, Columbia Univ. Press, New York; CROW J.F. e KIMURA M.. (1970). *An Introduction to Population Genetics Theory*, Harper & Row, New York; MATASSINO D.. (1989). *Biotechniche innovative delle produzioni animali*, Convegno CNR-Ente Fiera del Levante, Sessione Biotecnologie, mimeografato; LEWONTIN R.C.. (1993). *Biologia come ideologia*, Ed. Bollati Boringhieri, Torino; MAYNARD SMITH J.. (1998). *The origin of altruism*, Nature, 393, 639-640.

⁹¹ DARWIN C.. (1859). *On the Origin of Species*. J. Murray, London.

‘mura di casa’, la trasformazione dell’ambiente ecologico è un fenomeno che coinvolge non soltanto i propri simili, ma anche le specie che vivono nella medesima regione e che in qualche modo ne condividono il destino». Ciò implica che le «sorti evolutive delle varie specie sono indissolubilmente intrecciate tra loro in fitte trame ‘coevolutive’». Pertanto, in chiave ecologica, sarebbe preferibile passare dal concetto di “evoluzione della specie” a quello di “evoluzione delle interazioni tra specie” o, meglio, a quello di “mosaico geografico di co-evoluzione”⁹².

Caratteristica peculiare di un TGA/TGAA è la sua eccezionale ed elevata “capacità al costruttivismo” specialmente in ambienti particolarmente difficili, senz'altro superiore a quella dei tipi genetici di “cultura” (o di “coltura” o cosmopoliti); capacità che si esprime sostanzialmente in⁹³:

- a) un maggiore controllo omeostatico in condizioni ambientali di grande e talora di estrema variabilità;
- b) una maggiore lunghezza fisiologica della vita media;
- c) una più elevata attitudine all'utilizzazione dei foraggi 'poveri' (ad alta percentuale di fibra);
- d) una notevole sopravvivenza anche a lunghe carenze nutrizionali specifiche.

A esempio, la notevole “capacità al costruttivismo” del “BovGrAI” viene ampiamente messa in luce da Matassino D., il quale, già nel 1981, esalta tale TG quale testimone di un rapporto armonico tra animale e ambiente, con particolare riferimento a quello collinare e

⁹² ODLING-SMEE F.J. *ET AL.* (2003). Niche construction: the neglected process in evolution, Princeton University Press, Princeton, pp. 468; MORGANTI F.. (2003). Recensione del volume “Niche construction: the neglected process in evolution, Eds.: Odling-Smee F.J., Laland K.N. and Feldman M.W., Princeton University Press, Princeton, pp. 468. <http://www.syzetesis.it/Recensioni2009/nicheconstruction.htm>); PIEVANI T.. (2013). Quando l’evoluzione è un mosaico. *Le Scienze*, 540, 18-19; MATASSINO D. *ET AL.* (2014). Vegetarianismo: unica scelta possibile per una corretta nutrizione?, Atti Tavola Rotonda “Bioetica e vegetarianismo”, 2. Meeting Internazionale di Bioetica della Biosfera - Ambientamente 2, Mimesis Quaderni di Bioetica n. 4 (nuova serie) ‘Bioetica, Ambiente e Alimentazione per una nuova discussione’, a cura di F. Del Pizzo e P. Giustiniani, Mimesis Edizioni, Milano-Udine, 89-138.

⁹³ MATASSINO D.. (1990). Utilizzazione delle terre marginali col bovino Podolico. Atti I Convegno ‘L’allevamento del bovino Podolico nel Mezzogiorno d’Italia’, Acerno (SA) 6-8 giugno 1986, a cura di L. Ferrara. Ed. CNR – I.A.B.B.A.M., Napoli, 589; BETTINI T.M.. (1986). La problematica della ricerca nell’allevamento animale con riferimento alle zone interne. Atti I Conv. su ‘L’allevamento del bovino Podolico nel Mezzogiorno d’Italia’. Acerno (SA), 6-8 giugno 1986, Ed. CNR – I.A.B.B.A.M., Napoli, 5-13; MATASSINO D.. (1995). Ricerca e tipicità delle produzioni zootecniche. Convegno “Il ruolo degli allevamenti del bovino podolico e degli ovicaprini nell’economia delle aree collinari e montane”, Corleto Monforte, 21 ottobre.

montano dell'Appennino meridionale. Sempre Matassino D.⁹⁴ riferisce sull'elevata longevità (15÷16 anni), nonché sulla propensione di tale TG all'allevamento brado; in tali condizioni la salute dell'animale è ottimale e la fertilità della vacca si mantiene elevata. E' opportuno evidenziare che il ridotto metabolismo di base di questo bovino comporta un aumento del tempo di ritenzione degli alimenti nel tubo gastroenterico e, pertanto, migliora l'utilizzazione digestiva degli alimenti anche nelle razioni altamente concentrate⁹⁵.

Oggi, alla luce dei risultati di ricerche⁹⁶ sull'uomo e sul topo, *mutatis mutandis*, i sistemi di allevamento "brado" e/o "semibrado" e/o "confinato" sarebbero in grado di conferire al singolo soggetto allevato una *maggiore protezione dalla senescenza cellulare*, con particolare riferimento al sistema vascolare, quindi una maggiore longevità dovuta - probabilmente- a una più elevata efficienza del sistema immunitario imputabile all'*attività enzimatica della telomerasi operante a livello cromosomico*. *Il tutto si concretizzerebbe in un miglioramento sia della durata sia della qualità della vita*.

La relazione tra "lunghezza dei telomeri" e "durata della vita" trova conferma in uccelli particolarmente longevi, come a esempio l'oca facciabianca (*Branta leucopsis*), nella quale *l'integrità dei "telomeri" è ben mantenuta con un tasso di accorciamento di 4-5 nucleotidi all'anno*⁹⁷.

Riprendendo quanto già riportato in Matassino D.⁹⁸, si ricorda che l'importanza dell'interazione "genotipo-ambiente" viene già teorizzata da Walter H. nel 1919 (**figura 5**) con la messa a punto del cosiddetto "triangolo della vita" e, successivamente, enfatizzata da

⁹⁴ MATASSINO D.. (1981). Prospettive della razza Podolica. Giornata della razza Podolica, Palena (CH), 13 settembre 1981. L'Allevatore, 37 (34), 12.

⁹⁵ CIANCI D.. (1986). Adattamenti fisico-metabolici dei bovini podolici con particolare riferimento al clima caldo-arido. Atti Conv. 'L'allevamento del bovino podolico nel Mezzogiorno d'Italia', Acerno (SA), 6-8 giugno, Ed. CNR - I.A.B.B.A.M., Napoli, 157.

⁹⁶ WERNER C., FÜRSTER T., WIDMANN T., PÖSS J., ROGGIA C., HANBOUN M., SCHARAG J., BÜCHNER N., MEYER T., KINDERMANN W., HAENDELER J., BÖHM M., LAUFS U.. (2009): Physical exercise prevents cellular senescence in circulating leukocytes and in the vessel wall, «Circulation», 120, pp. 2438-2447.

⁹⁷ PAULINY A, LARSSON K, BLOMQUIST D.. (2012). Telomere dynamics in a long-lived bird, the barnacle goose. BMC Evol Biol., Dec 31;12:257. doi: 10.1186/1471-2148-12-257.

⁹⁸ MATASSINO D.. (2013). Lectio magistralis "La scuola di Renzo Giuliani: novanta anni di ricerca e di insegnamento al servizio delle produzioni animali in Italia". Adunanza pubblica in ricordo dell'Accademico prof. Mario Lucifero nel primo anniversario della Sua scomparsa, Firenze, 13 gennaio 2011. Atti Accademia dei Georgofili - Anno 2011, Serie VIII-Vol. 8 (187° dall'inizio), Tomo II, Firenze, 37-76.

Giuliani R. (1928-1931) nel trinomio “*eredità-ambiente-ginnastica funzionale*”. La ginnastica funzionale assurge a grande importanza.

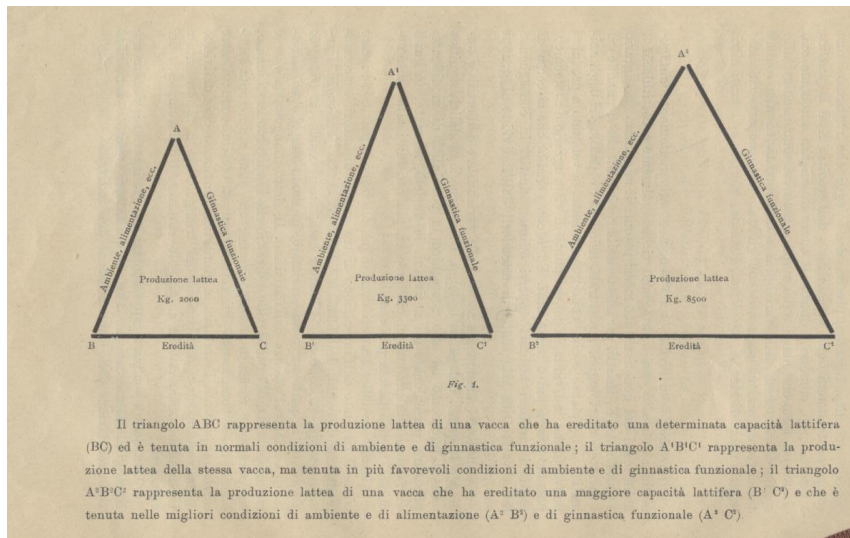


Figura 5. “*Triangolo della vita*” di H. Walter nel 1919 rappresentativo dell’effetto dell’interazione “*eredità – ambiente - ginnastica funzionale*” sulla produzione latteca (Fonte: Giuliani R. 1928-1931).

A supporto dell’effetto positivo di una perfetta integrazione tra animale e ambiente sull’efficienza produttiva si ricorda quanto asserito da Dechambre P. (1910÷1924), riportato da Filesi A.E. nel 1928: «*La migliore razza non è forzatamente quella nella quale una funzione è accentrata a detrimento delle altre, ma ‘quella che è meglio appropriata alle condizioni particolari dell’azienda, della quale fa parte’. Il miglioramento non ha altro scopo che la perfezione zootecnica degli individui; questa non può raggiungersi, che in condizioni di ‘ambiente ben precisato’. Ciò che è perfetto qui, non può esserlo altrove, se le condizioni dell’allevamento o il genere di vita sono cambiate*».

Sulla scia di Gedda L. e Brenci G.⁹⁹, Bettini T.M.¹⁰⁰ sottolinea che, nel settore animale, le ricerche inerenti alle relazioni tra “*stabilità del gene*” e “*adattamento*” (oggi “*capacità al costruttivismo*”) sono quasi totalmente ignorate; a oggi, questo stato di fatto persisterebbe ancora. «*E’ un dato acquisito che le popolazioni animali primitive –*

⁹⁹ GEDDA L., BRENCI G.. (1973). Cronogenetica, l’eredità del tempo biologico, Mondadori EST, Milano.

¹⁰⁰ BETTINI T.M.. (1990). La problematica della ricerca nell’allevamento animale con riferimento alle zone interne, atti I convegno su “L’allevamento del bovino Podolico nel Mezzogiorno d’Italia”, Acerno (SA), 6-8 giugno 1986, Ed. CNR – I.A.B.B.A.M. Napoli, pp. 5-13.

come i TGA/TGAA– hanno una capacità di adattamento ad ambienti sfavorevoli notevolmente superiori a quelli ‘di cultura’.....Ciò potrebbe essere, e a mio avviso in parte dovuto, a una forte stabilità del/i gene/i interessato/i. Ricordo che la stabilità del gene dipende (a) da ‘sinonimia’ o ‘stabilità molecolare, (b) da ‘ridondanza’ o stabilità di ripetizione dell’informazione, e (c) dal ‘repair’ o stabilità di riparazione».

Secondo Gedda L. e Brenci G.¹⁰¹, l’informazione dovuta alla “ripetizione di sequenze” aumenterebbe l’attività del ‘gene’; questo incremento di attività si verificherebbe nel caso in cui fattori esogeni ed endogeni (‘aggressori di ogni tipo’) si comportino come ‘disturbatori’ permettendo – così – all’individuo un normale sviluppo ontogenetico.

A esempio, negli ovis, nell’ambito del *cluster* genico “*alfa globinico*”, i segmenti di DNA *duplicati, triplicati o quadruplicati* sono responsabili di un *polimorfismo quantitativo* concretizzantesi in:

- a) una “*variazione clinale*” dell’ *intensità di espressione della ‘globina’*; tale intensità diminuisce procedendo dall’estremità 5’ a quella 3’ del *cluster ‘genico’*;
- b) *sintesi di catene alfa-globiniche soprannumerarie* che si traduce in uno *sbilanciamento* del rapporto alfa/beta globinico; la presenza di segmenti di DNA alfa globinici in soprannumero è responsabile di un quadro ematologico *caratterizzato da un più elevato “turnover eritrocitario”* il quale sembrerebbe conferire all’animale resistenza a parassitosi endemiche TBD (*tick borne diseases = malattie trasmesse da zecche*)¹⁰².

Recentemente, anche nella bufala italiana mediterranea sono stati evidenziati, in proporzioni diverse in soggetti eterozigoti, aplotipi duplicati e triplicati per gli alleli A e B del *locus* alfa S1-caseina e per gli alleli X1e X2 del *locus* kappa-caseina¹⁰³; *il comportamento segue un modello simile a quello della globina caratterizzato da un gradiente di espressione.*

¹⁰¹ GEDDA L., BRENCI G.. (1973). Cronogenetica, l’eredità del tempo biologico. Op. cit..

¹⁰² PIERAGOSTINI E., PETAZZI F., DI LUCCIA A.. (2003). The relationship between the presence of extra globin genes and blood cell traits in Altamura sheep. Gen. Sel. Evol., 35 (1), S121-S133.

¹⁰³ LA GATTA B., RUTIGLIANO M., RUSCO G., GAGLIARDI R., ZICARELLI L., DI LUCCIA A.. (2021). Biochemical evidence for a quantitative polymorphism at the aS1- and k-CN loci in Italian Mediterranean buffalo milk. International Dairy Journal, 119, 105060.

La *ridondanza* legata alla ripetizione di sequenze, da un lato *favorirebbe la stabilità dell'informazione* nel caso in cui le sequenze ripetute non subiscano mutazioni, e da un altro lato può favorire l'evoluzione di nuovi segmenti di DNA qualora la sequenza ripetuta sia sede di mutazione; infatti, se la mutazione è utile, essa viene mantenuta nelle generazioni successive; se invece non apporta alcun vantaggio, la sopravvivenza viene garantita dalla copia non mutata. Pertanto, la "*duplicazione di segmenti di DNA*" rappresenterebbe uno dei meccanismi più importanti per *l'evoluzione delle cosiddette "famiglie geniche"*, le quali possono essere considerate il risultato dinamico di un vero e proprio processo di *conversione genica democratica*, con funzione principe di "*rete di mutazione*"; "*rete*" che consente la propagazione di mutazioni "*favorevoli*"¹⁰⁴.

La tematica dell' *adattamento* (oggi "*capacità al costruttivismo*") andrebbe quindi considerata sotto due aspetti:

- a) *fenetico*
- b) *genetico, compresa la genetica del tempo biologico o "cronogenetica"*.

La "*cronogenetica*", dunque, interessando grandezze temporali endogene, si esprime come "*tempo-durata*" e va distinta dalla "*cronobiologia*" la quale, invece, coinvolgendo relazioni fra "*tempo fisico*" e "*tempo biologico*", si esprime come "*tempo reattivo*"¹⁰⁵.

Bettini T.M.¹⁰⁶ evidenzia con enfasi l'importanza che «*la 'dimensione temporale del gene' stabilisce la lunghezza dell'intervallo della sua attività, ossia della sua informazione, capace di produrre la sua azione primaria (polipeptide)*». Sempre Bettini T.M.¹⁰⁷ considera una genetica:

- a) *informatica* propria degli acidi nucleici, del codice genetico e della sua trascrizione;

¹⁰⁴ MATASSINO D.(1989). Biotecniche innovative delle produzioni animali. Convegno CNR-Ente Fiera del Levante, III Sessione - AgroBiotecnologie, Bari, 10 settembre 1989, mimeografato. MATASSINO D. (1992). Impariamo dalla natura, Conv. 'Progetto Ambiente', Colle Sannita (BN), 14÷15 febbraio, in L'Allevatore 48(17), 18-19.

¹⁰⁵ GEDDA L., BRENCI G.. (1973). Cronogenetica, l'eredità del tempo biologico. Op. cit.; BETTINI, T.M.. (1988). Elementi di scienza delle produzioni animali. Edagricole, Bologna; MATASSINO D., BARONE C.M.A., DI LUCCIA A., INCORONATO C., INGLESE F., MARLETTA D., OCCIDENTE M. e RONCADA P.. (2007). Genomica e proteomica funzionali. Atti Convegno "*Acquisizioni della Genetica e prospettive della selezione animale*", promosso da: Accademia dei Georgofili, Associazione Scientifica di Produzione Animale (ASPA), Associazione Italiana Allevatori (AIA), Firenze, 27 gennaio 2006, In: I Georgofili – Quaderni 2006 –I, Società Editrice Fiorentina, 201-354.

¹⁰⁶ BETTINI, T.M.. (1988). Elementi di scienza delle produzioni animali.Op. Cit.

¹⁰⁷ BETTINI, T.M.. (1988). Elementi di scienza delle produzioni animali.Op. Cit..

- b) *cibernetica* rispetto al *canale interno* o *genetica dello sviluppo* o fisiologia del segmento di DNA (oggi “*epigenetica*”);
- c) *cibernetica di campo* nel senso di dinamica della variazione come risultato delle interazioni ‘*entro*’ e “*fra gli individui*”.

La vita media dell’informazione è una probabilità statistica: pure avendo una base ereditaria, è influenzata dall’ambiente di sviluppo, interno ed esterno.

In conclusione, la “*individualità biologica*” non può identificarsi solo con la “*qualità*” e con la “*quantità*” dell’informazione di un segmento di DNA codificante ‘*polipeptide/i*’ e ‘*non*’, ma deve tener conto anche della *dimensione temporale del gene* in termini di *stabilità* (“*ergon*”) e di *durata* (“*chronon*”) dell’informazione genetica. Le suddette due variabili (“*ergon*” e “*chronon*”) sono interdipendenti nel senso che a una data stabilità di un segmento di DNA in un determinato microambiente corrisponde una “*speranza di vita*” dell’informazione (“*chronon*”).

La dimensione temporale del gene in termini di *ergon* (intensità di espressione) e di *chronon* (durata) dell’informazione genetica è rilevabile, oggi, mediante varie tecniche tra cui si ricordano: ‘*DNA microarray*’^{108,109} e *SAGE*^{110,111}. Per ulteriori approfondimenti sulla “*cronogenetica*” e sulla “*cronobiologia*” si rimanda a: Bettini T.M.¹¹² e Matassino D. *et al.*¹¹³.

¹⁰⁸ *DNA microarray* o ‘*micromatrice*’ di segmenti di DNA: metodo basato sull’*ibridazione* di segmenti di DNA ‘*noti*’ [oligonucleotidi o *cDNA* distribuiti secondo uno schema ordinato (*array*) su una piccola superficie solida] con segmenti di *cDNA* ottenuti dalla retrotrascrizione dell’RNA presente nel tessuto analizzato, *marcati con fluorocromi*; la *fluorescenza emessa dall’ibrido* è indicatrice della presenza di segmenti di DNA funzionalmente espressi (‘*accesi*’) o ‘*attivi*’ dal punto di vista trascrizionale; l’entità di questa fluorescenza è direttamente proporzionale alla quantità di *mRNA* trascritto.

¹⁰⁹ SCHENA M., SHALON D., DAVIS R.W. and BROWN P.O..(1995). Quantitative monitoring of gene expression patterns with a complementary DNA microarray. *Science*, 270, 467-470.

¹¹⁰ *SAGE* (*serial analysis of gene expression* = analisi seriale dell’espressione genica): metodo basato sul sequenziamento ‘*in serie*’ di EST (*expressed sequence tag*= *etichette* o *segnali di sequenze espresse*), ciascuna delle quali identificativa di un ‘*messaggero*’ ‘*unico*’; esso non richiede la conoscenza ‘*a priori*’ dei segmenti di DNA da analizzare e consente di individuare nuovi segmenti di DNA codificanti ‘*polipeptide/i*’ nonché di quantificare l’*mRNA* originatosi da tali ‘*segmenti*’.

¹¹¹ VELCULESCU V.E., ZHANG L., VOGELSTEIN B. and KINZLER K.W.. (1995). Serial analysis of gene expression. *Science*, 270, 484-487.

¹¹² BETTINI T.M.. (1990). La problematica della ricerca nell’allevamento animale con riferimento alle zone interne, atti I convegno su “L’allevamento del bovino Podolico nel Mezzogiorno d’Italia”, Acerno (SA), 6-8 giugno 1986, Ed. CNR – I.A.B.B.A.M. Napoli, pp. 5-13.

5. Biodiversità e sua tutela

«Le società umane si sono sviluppate grazie alla biodiversità. Da essa dipendono per cibo, per fibre, per medicinali e per tutte le altre risorse rinnovabili. Inoltre, la biodiversità è da sempre parte integrante dell'esperienza umana in termini di usi e tradizioni che nelle diverse parti del mondo costituiscono la grande e ricca varietà di identità dei popoli e delle comunità. La biodiversità influenza e condiziona il benessere umano, tanto nel presente quanto nel futuro» (ISPRA e Università del Molise, 2010)¹¹⁴ .

Il termine '*biodiversità*' viene utilizzato per la prima volta nel 1968 da Dasmann F. R..¹¹⁵ Nel 1980, Lovejoy T.E.¹¹⁶ utilizza l'espressione "*diversità biologica*". Quest'ultimo Autore, inoltre, nel 1978, sotto la guida di Wilcox B.A. e di Soulé M.E., aveva organizzato la "Prima Conferenza internazionale sulla ricerca in biologia della conservazione" tenutasi presso l'Università della California.

Il successo e la diffusione del lemma "*biodiversità*" si deve all'opera "*Biodiversity*" di Wilson E.O. e Peter F.M. (1988) contenente gli Atti del *1st National Forum on BioDiversity* svoltosi a Washington nel 1986, in occasione del quale, Rosen W.G. fonde in un unico vocabolo l'espressione '*diversità biologica*'.

Nel 1986, Norse E.A.¹¹⁷ definisce i tre livelli essenziali della diversità biologica: genetico (*within species*), specifico (*between species*) ed ecologico (*ecosystem diversity*).

Dopo la Conferenza di Rio de Janeiro (1992), il termine '*biodiversità*' entra nel lessico italiano.

¹¹³ MATASSINO D., BARONE C.M.A., DI LUCCIA A., INCORONATO C., INGLESE F., MARLETTA D., OCCIDENTE M. e RONCADA P.. (2007). Genomica e proteomica funzionali. Op. Cit..

¹¹⁴ ISPRA e UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DEL MOLISE (a cura di Marino D., Piotta B.). (2010). Il valore economico della biodiversità e degli ecosistemi. Economia della conservazione ex situ. Manuali e linee guida ISPRA 64/2010.

¹¹⁵ DASMANN F. R.. (1968). *A Different Kind of Country*, Mc Millan, New York.

¹¹⁶ LOVEJOY T.E.. (1980). Foreword, in M.E. SOULÉ e B.A.WILCOX (eds.), *Conservation Biology: An evolutionary-ecological perspective*, Sunderland (MA), Sinauer Associates, pp. v-ix.

¹¹⁷ Riportato da MARFOLI L.. (2012). Biodiversità: un percorso internazionale ventennale. *Rivista quadrimestrale di diritto dell'ambiente*, 3, G. GIAPPICHELLI *editor*, 105-174.

La consapevolezza dell'esistenza della diversità biologica ha origini antiche. Si ricorda che Tito Lucrezio Caro (98/96 – 55/54 a.C.) riconosce l'esistenza di una diversità sia tra che entro la specie, generata dall'aggregazione degli atomi in forme complesse e varie; infatti, egli, nel *De rerum natura* (Libro II, 335-380), così si esprime: «.....il genere umano e i muti, nuotanti branchi dei pesci squamosi e gli opimi armenti e le fiere e i vari uccelli, che popolano le amene dimore delle acque intorno a spiagge e fonti e laghi, e che percorrono i boschi inaccessi volandovi attraverso -prendine uno qualunque in rapporto agli altri della stessa specie: troverai tuttavia che differiscono tra loro nelle figure. Né altrimenti la prole potrebbe conoscere la madre, né la madre la prole.....». Egli, nella suddetta diversità descrive l'unicità dell'individuo tramite l'esempio della vacca cui sia stato ucciso il vitello: «..... Così, spesso davanti agli splendidi templi degli dèi un vitello cade immolato presso gli altari su cui brucia l'incenso, esalando dal petto un caldo fiume di sangue. E la madre orbata, vagando per verdi pascoli, cerca sul terreno le orme impresse dai piedi bisulchi, fruga con gli occhi ogni luogo, per vedere se possa in qualche parte scorgere la creatura che ha perduta; e riempie di lamenti il bosco frondoso, stando; e sovente ritorna alla stalla, trafitta dal rimpianto del giovenco;..... né la vista di altri vitelli per i pascoli in rigoglio può distrarre il suo animo e alleviarne l'affanno: tanto essa ricerca qualcosa che è sua propria e che le è nota. Infine, in qualunque specie di frumento vedrai che i grani, ciascuno nel suo genere, non sono tuttavia tutti simili fra loro, sì che non corra una certa differenza tra le forme».

Tra le varie definizioni di biodiversità, si riporta la seguente che così recita: «La variabilità della vita e dei suoi processi includente tutte le forme di vita, dalla singola cellula agli organismi più complessi, a tutti i processi, ai percorsi e ai cicli che collegano gli organismi viventi, alle popolazioni, agli ecosistemi e ai paesaggi» (DG AGRI,1999). Tale definizione rispecchia la concezione di Noss R.F.¹¹⁸, il quale rappresenta la *biodiversità* come una *gerarchia interconnessa di elementi su diversi livelli di organizzazione biologica*. Poiché la biodiversità è espressa in una moltitudine di scale spaziali e temporali collegate gerarchicamente, è essenziale un approccio multiscala per affrontare adeguatamente le questioni relative alla preservazione della diversità biologica. Un simile approccio influenza

¹¹⁸ NOSS R.F.. (1992). Issues of scale in conservation biology. In: Fieldler, P.L., Jain, S.K. (Eds.), *Conservation Biology: The Theory and Practice of Nature Conservation, Preservation and Management*. Chapman & Hall, New York, pp. 240-241.

le azioni locali ogni volta che tali azioni possono sortire effetti indesiderati su scala più ampia. A esempio, all'interno degli ecosistemi urbani, l'approccio gerarchico dovrebbe andare dalla singola specie alla biodiversità su scala cittadina e persino a quella delle aree circostanti; anche le scale temporali sono importanti da considerare: l'abbondanza e la diversità degli uccelli negli ecosistemi urbani variano con le stagioni e anche di anno in anno^{119,120}. Pertanto, la natura gerarchica multiscala della *biodiversità* rende particolarmente complessa la sua tutela. Infatti, secondo Terlizzi A.¹²¹ *il «disturbo antropico è in grado di alterare le modalità naturali di variabilità a differenti scale di osservazione. Un punto cruciale nella valutazione degli effetti del disturbo antropico sulla biodiversità è l'adozione di criteri logici che permettano di distinguere tra variabilità naturale e variabilità indotta dalla sorgente di disturbo».*

La '*Biodiversità*', in senso lato, è identificabile come:

- a) vera e propria '*roccia di sapienza*' su cui costruire un futuro sempre più teso a elevare la *capacità al costruttivismo* del '*vivente*';
- b) '*magazzino di variabilità genetica latente*', che al verificarsi di eventi imprevedibili (fattori '*antropo-bio-geo-pedo-fisico- chimico-climatici*') è in grado di estrinsecarsi dando luogo, nell'ambito biologico, a etnie locali proprie di un determinato '*bioterritorio*';
- c) *vera e propria ricchezza reale*, essendo contemporaneamente l'anello di congiunzione con il passato e la base del divenire biologico;
- d) fonte infinita di informazioni atte a svolgere una funzione di '*operatore epistemologico*': propulsore di conoscenza scientifica dei processi propri del funzionamento di un essere vivente;
- e) *vera e propria luce di una memoria fondante*;
- f) *germe della vita*, specialmente quello "*antico*" e "*locale*" o "*autoctono*" o "*endemico*";

¹¹⁹ SAVARD J.-P.L.. (1994). General concepts related to biodiversity. Biodiversity in Canada: A Science Assessment for Environment Canada. Environment Canada, Ottawa, pp. 9-40.

¹²⁰ RICE K.. (1992). Theory and conceptual issues. Agric. Ecosyst. Environ., 42, 9-26.

¹²¹ TERLIZZI A.. La biodiversità animale come strumento di analisi della qualità dell'ambiente. https://siba.unisalento.it/c/document_library/get_file?folderId=1095487&name=DLFE-184220.pdf.

- g) opportunità per rimodellare la società in modo da coinvolgere tutti nella cultura e nella ricerca della *'Felicità'*;
- h) modello comunicativo sintetizzabile nell'espressione: “ *il futuro del passato è nel futuro, il futuro del presente è nel passato e il futuro del futuro è nel presente*” (McHale, J.);
- i) *massima espressione della qualità culturale* comprendente componenti proprie della storia, delle tradizioni, degli usi, dei riti, dell'economia, della gestione di un *'bioterritorio'*;
- j) vero e proprio *archivio inesauribile di informazioni biologiche, ecologiche e culturali*;
- k) *componente unica e insostituibile del 'dinamismo cognitivo'* proprio della “*celebrazione della conoscenza*” i cui effetti benefici si ripercuoteranno su tutto ciò che sarà concepito per il miglioramento della vita materiale, della vita sociale, della vita di relazione, nonché della vita di solidarietà; nella fattispecie, la cultura *'Umanistica'* svolgerà sempre più un ruolo esaltante della cultura *'Scientifica'*, specialmente all'intensificarsi del *pluralismo* della cultura *'Umanistica'* e della *trans-diciplinarità*.

5.1. Tutela della biodiversità

La *sostenibilità* di qualsiasi *processo socio-economico* è realizzabile solo sulla base della “*tutela*” di qualsiasi risorsa naturale; “*tutela*” che comprende: la *individuazione*; la *conoscenza*; la *conservazione* nonché la *valorizzazione* della predetta risorsa.

La tutela della biodiversità ha origine antiche. Si ricorda che Carlo Magno (742 - 814 d.C.) impone per legge agli agricoltori *'l'obbligo'* di coltivare 90 specie di piante in via di estinzione per evitarne la scomparsa.

Alcune prime tappe fondamentali per la tutela della biodiversità a livello internazionale e nazionale sono riportate, rispettivamente, nelle **tabelle 1 e 2**.

Tabella 1 - Alcune tappe fondamentali della presa di coscienza dell'importanza della biodiversità a livello internazionale.

ANNO	TAPPA
1961	PRIMO INCONTRO FAO SULLA ESPLORAZIONE DELLE RISORSE VEGETALI
1971	FONDAZIONE DEL GRUPPO CONSULTIVO SULLA RICERCA AGRICOLA INTERNAZIONALE (CGIAR) E DEI CENTRI INTERNAZIONALI DI RICERCA AGRONOMICA AFFERENTI A ESSO
1972	PROGRAMMA INTERNAZIONALE SUL GERMOPLASMA ALLA CONFERENZA ONU SULL'AMBIENTE UMANO
1974	COSTITUZIONE DEL CONSIGLIO INTERNAZIONALE PER LE RISORSE GENETICHE VEGETALI (IBPGR)
1980	ISTITUZIONE, DA PARTE DELLA COMMISSIONE DI GENETICA ANIMALE DELLA EUROPEAN ASSOCIATION FOR ANIMAL PRODUCTION (EAAP), DI UN WORKING GROUP ON ANIMAL GENETIC RESOURCES
1988	REALIZZAZIONE SU ACCORDO FAO-EAAP DELLA EAAP-ANIMAL GENETIC DATA BANK (EAAP-AGBD) PRESSO LA SCUOLA DI MEDICINA VETERINARIA DI HANNOVER
1991	RISOLUZIONE 3 DELLA FAO SUI DIRITTI SOVRANI DELLE NAZIONI E SUL FONDO INTERNAZIONALE PER LE RISORSE VEGETALI E PER I DIRITTI DELL'AGRICOLTURA
	TRASFERIMENTO DEGLI INVENTARI RELATIVI AI DATI NON EUROPEI DA HANNOVER ALLA FAO PER LA REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA INFORMATIVO FAO
1992	RISOLUZIONE DI NAIROBI SULLA RELAZIONE FRA LA CONVENZIONE PER LA BIODIVERSITÀ E LA PROMOZIONE DELL'AGRICOLTURA SOSTENIBILE
	RIO DE JANEIRO: CONVENZIONE SULLA BIODIVERSITÀ
	ISTITUZIONE, AI SENSI DELLA DIRETTIVA 92/43/CEE, DELLA "RETE NATURA 2000" PER GARANTIRE IL MANTENIMENTO A LUNGO TERMINE DEGLI <i>HABITAT</i> NATURALI E DELLE SPECIE DI FLORA E FAUNA MINACCIATI O RARI A LIVELLO COMUNITARIO
1993	ADOZIONE DELLA CONVENZIONE DA PARTE DELLA UE E LANCIO DEL V PROGRAMMA PER L'AMBIENTE.
	TRASFERIMENTO ANCHE DEI DATI NON EUROPEI DA HANNOVER ALLA FAO PER LA STESURA DELLA <i>WORLD WATCH LIST FOR DOMESTIC ANIMAL DIVERSITY</i> ; ANCHE L'EAAP PUBBLICA IL VOLUME ' <i>GENETIC DIVERSITY OF EUROPEAN LIVESTOCK BREEDS</i> ', CONTENENTE

	INFORMAZIONI SU 877 RAZZE
	ACCORDO FAO-CGIAR-IBPGR
1994	DEFINIZIONE DA PARTE DELLA FAO DELLA <i>GLOBAL STRATEGY FOR MANAGEMENT OF ANIMAL GENETIC RESOURCES (GS.FAO.MAnGR)</i> , CON ISTITUZIONE DEI <i>NATIONAL FOCAL POINT (NFP)</i> , DI <i>REGIONAL FOCAL POINT (RFP)</i> E DI 3 <i>WORKING GROUP</i> PERMANENTI
1995	AVVIO OPERATIVO DEL SISTEMA INFORMATIVO GLOBALE SULLA BIODIVERSITA', DAD-IS (<i>DOMESTIC ANIMAL DIVERSITY -INFORMATION SYSTEM</i>) DELLA FAO
1996	CONFERENZA INTERNAZIONALE SULLE RISORSE GENETICHE
1997	I DUE SISTEMI INFORMATIVI EAAP-AGBD E DAD-IS VENGONO ARMONIZZATI, PER CUI GLI NC AGGIORNANO GLI INVENTARI SUI PROTOCOLLI DELL'EAAP E, SUCCESSIVAMENTE, I DATI VENGONO TRASFERITI AL DAD-IS
2001	L' <i>EUROPEAN REGIONAL FOCAL POINT (ERFP)</i> , AUSPICATO GIÀ NEL 1996 DAI VARI NFP, DIVENTA OPERATIVO CON IL COMPITO DI FAVORIRE: LA REALIZZAZIONE DELLA GS.FAO.MAnGR FAO, I FINANZIAMENTI PROGETTUALI, GLI SCAMBI DI ESPERIENZE TRA I DIVERSI PAESI EUROPEI, NONCHÉ TRA ORGANIZZAZIONI GOVERNATIVE E NON GOVERNATIVE
	CONFERENZA INTERNAZIONALE DI INTERLAKEN (3÷7 SETTEMBRE)
2007	ATTIVAZIONE DEL FONDO EUROPEO AGRICOLO DI GARANZIA (FEAGA) E DEL FONDO EUROPEO AGRICOLO PER LO SVILUPPO RURALE (FEASR) CHE INCENTIVANO PRATICHE AGRICOLE A TUTELA DELLA BIODIVERSITÀ, COME LA DIVERSIFICAZIONE DELLE COLTURE E IL MANTENIMENTO DI PRATI PERMANENTI CHE FUNGONO DA <i>HABITAT</i> PER MOLTE SPECIE ANIMALI.
2014	ATTUAZIONE DEL SECONDO PILASTRO DELLA PAC A FAVORE DELLO SVILUPPO RURALE IN REGIME DI COFINANZIAMENTO TRAMITE PSR E PSNR CON LO SCOPO DI INCENTIVARE GLI AGRICOLTORI AD ADOTTARE PRATICHE ATTE A PROMUOVERE LA BIODIVERSITÀ, LA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE E LA CONSERVAZIONE DEGLI <i>HABITAT</i> NATURALI E DEGLI ECOSISTEMI RURALI FONDAMENTALI PER LA CONSERVAZIONE DELLA FAUNA SELVATICA.
2021	ISTITUZIONE DEL FONDO EUROPEO PER GLI AFFARI MARITTIMI, LA PESCA E L'ACQUACOLTURA (FEAMPA) A

	SOSTEGNO DI PROGETTI CHE GARANTISCANO L'UTILIZZO SOSTENIBILE DELLE RISORSE ACQUATICHE E MARITTIME
--	---

Tabella 2 - Alcune tappe fondamentali della presa di coscienza dell'importanza della biodiversità a livello nazionale.

ANNO	TAPPA
1970	PROGETTO FINALIZZATO CNR “ <i>DIFESA DELLE RISORSE GENETICHE DELLE POPOLAZIONI ANIMALI</i> ” DELLA DURATA DI 5 ANNI CON ISTITUZIONE DELL' <i>ISTITUTO PER LA DIFESA E LA VALORIZZAZIONE DEL GERMOPLASMA ANIMALE (IDVGA)</i> DI MILANO, ATTUALMENTE <i>ISTITUTO DI BIOLOGIA E DI BIOTECNOLOGIA AGRARIA (IBBA)</i>
1983	ISTITUZIONE, NELL'AMBITO DEL CNR, DI UN <i>GRUPPO DI RICERCA PER IL MONITORAGGIO, LA DIFESA E LA VALORIZZAZIONE DELLA RISORSA GENETICA ANIMALE NAZIONALE</i>
	ISTITUZIONE DEL <i>REGISTRO ANAGRAFICO DELLE POPOLAZIONI BOVINE ITALIANE</i>
1986	APPROVAZIONE DEL <i>DDLL N. 752 DELL'8.11.</i> CHE, UNITAMENTE AL SUCCESSIVO <i>DDLL N. 201 DEL 10.7.1991</i> , LEGIFERA SULLA <i>SALVAGUARDIA ECONOMICA E BIOGENETICA DELLE RAZZE A LIMITATA DIFFUSIONE</i> , ANTICIPANDO LA CONVENZIONE SULLA DIVERSITÀ BIOLOGICA DI RIO DE JANEIRO DEL 1992
1990	ISTITUZIONE, NELL'AMBITO DEI PROVVEDIMENTI LEGISLATIVI DI CUI AL PUNTO PRECEDENTE, DEL <i>CENTRO NAZIONALE PER LA SALVAGUARDIA DEL GERMOPLASMA DEGLI ANIMALI IN VIA DI ESTINZIONE (CeSGAVE)</i> , OGGI <i>CONSORZIO PER LA SPERIMENTAZIONE, DIVULGAZIONE E APPLICAZIONE DI BIOTECNICHE INNOVATIVE (ConSDABI)</i> , GRAZIE A UN'INTESA TRA: ALLORA MINISTERO DELL'AGRICOLTURA E DELLE FORESTE [MAF, OGGI MINISTERO DELL'AGRICOLTURA, DELLA SOVRANITÀ ALIMENTARE E DELLE FORESTE (MASAF)], ASSOCIAZIONE ITALIANA ALLEVATORI (AIA), COMUNE DI CIRCELLO (BN), UNIVERSITÀ DI NAPOLI “FEDERICO II” E CAMERA DI COMMERCIO PER L'INDUSTRIA, L'ARTIGIANATO E L'AGRICOLTURA (CCIAA) DI BENEVENTO
1993	APPROVAZIONE DA PARTE DELLA REGIONE ABRUZZO DELLA LEGGE REGIONALE (L.R. N. 50 DEL 7 SETTEMBRE)

	SU: <i>“PRIMI INTERVENTI PER LA DIFESA DELLA BIODIVERSITÀ NELLA REGIONE ABRUZZO”</i> : TUTELA DELLA FAUNA COSIDDETTA MINORE’
1994	IL GOVERNO ITALIANO ACCREDITA IL ConSDABI COME <i>NATIONAL FOCAL POINT</i> (NFP) NELL'AMBITO DEL ‘PROGRAMMA GLOBALE FAO PER LA GESTIONE DELLE RISORSE GENETICHE ANIMALI’ (<i>GLOBAL STRATEGY FOR THE MANAGEMENT OF FARM ANIMAL GENETIC RESOURCES</i>) DELLA FAO
1997	ISTITUZIONE DEL <i>REGISTRO ANAGRAFICO DELLE POPOLAZIONI OVI-CAPRINE</i> REGIONE TOSCANA: APPROVAZIONE LEGGE REGIONALE (L.R. N. 50 DEL 16 LUGLIO) SU: <i>“TUTELA DELLE RISORSE GENETICHE AUTOCTONE”</i>
2000	REGIONE LAZIO: APPROVAZIONE LEGGE REGIONALE (L.R. N. 15 DEL 1 MARZO) SU: <i>“TUTELA DELLE RISORSE GENETICHE AUTOCTONE DI INTERESSE AGRARIO”</i>
2001	ISTITUZIONE DEL <i>REGISTRO ANAGRAFICO DELLE POPOLAZIONI SUINE</i> REGIONE UMBRIA: APPROVAZIONE LEGGE REGIONALE (L.R. N. 25 DEL 4 SETTEMBRE 2001) SU: <i>‘TUTELA DELLE RISORSE GENETICHE AUTOCTONE DI INTERESSE AGRARIO’</i>
2002	REGIONE MARCHE: APPROVAZIONE LEGGE REGIONALE (L.R. N. 12 DEL 3 GIUGNO 2003) SU: <i>‘TUTELA DELLE RISORSE GENETICHE ANIMALI E VEGETALI DEL TERRITORIO MARCHIGIANO’</i> ISTITUZIONE DEL <i>REGISTRO ANAGRAFICO DELLE RAZZE E POPOLAZIONI EQUINE RICONDUCIBILI ETNICI LOCALI</i>
2006	STESURA, DA PARTE DEL CONSDABI, SU DELEGA DELL'ALLORA MIPAAF, DEL <i>“PRIMO REPORT SULLO STATO DELLE RISORSE GENETICHE ANIMALI”</i>
2008	REDAZIONE, DA PARTE DEL MIPAAF, DEL <i>PIANO NAZIONALE SULLA BIODIVERSITÀ DI INTERESSE ZOOTECNICO</i> APPROVATO NEL CORSO DELLA ‘CONFERENZA STATO-REGIONI’ (14 FEBBRAIO 2008)

L'Italia costituisce uno dei principali bacini di risorse genetiche animali sia per il numero di razze allevate sia per la diversità genetica che le caratterizza.

L'esistenza in Italia di un immenso patrimonio di biodiversità, con particolare riferimento a quella dei TGA/TGAA, sarebbe legata a svariati fattori tra cui si ricordano¹²²:

- a) appartenenza al Bacino del Mediterraneo, geograficamente adiacente all'area della Mezzaluna Fertile (Medio Oriente), centro di domesticazione animale e vegetale;
- b) presenza di differenti "biomi" (a esempio tundra alpina e zone aride del Mediterraneo quali situazioni estreme) la cui varietà è da considerare conseguenza della funzione svolta dall'Italia come collegamento tra il Centro-Europa e gli ambienti Nord-africani;
- c) multiformi caratteristiche orografiche e climatiche del *bioterritorio* italiano, con particolare riferimento alle aree collinari e montane appenniniche e alpine, le quali danno origine a svariati ecosistemi da considerare il risultato anche delle modalità gestionali della "*microbiosfera*" di ciascuna "*area geografica*";
- d) ruolo svolto dall'Italia, durante la massima espansione dell'ultima Glaciazione (25.000 – 17.000 anni fa), quale "*rifugio*" della fauna Olocenica (11.000-12.000 anni fa) che, al termine del periodo Würmiano (8.000 a.C.), ha ripopolato l'Europa;
- e) notevole *diversità "etno-culturale"* della "*popolazione umana*" che si è stabilita sul territorio italiano fin dalla preistoria; diversità che ha portato a differenti modalità di gestione della risorsa naturale; un

¹²² MATASSINO D.. (1982). Salvaguardia e recupero delle popolazioni autoctone italiane. Convegno 'Salvaguardia genetica e prospettive per il recupero zootecnico di razze popolazioni autoctone italiane'- CNR Progetto Finalizzato 'Difesa delle Risorse Genetiche delle popolazioni animali', Foligno, 14-15 novembre 1979. L'Informatore Zootecnico, 29 (17), 43.

MATASSINO D.. (1985). Problemi e prospettive della zootecnia collinare. L'Allevatore, 41 (11), 6.

MATASSINO D.. (1990). Utilizzazione delle terre marginali col bovino Podolico. Atti I Convegno 'L'allevamento del bovino Podolico nel Mezzogiorno d'Italia', Acerno (SA) 6-8 giugno 1986, Ed. CNR – I.A.B.B.A.M., Napoli.

BLASI C., FILIBECK G., TAGLIANTI A.V.. (2005). Biodiversità e biogeografia. In C. Blasi et al. (eds.): Stato sulla biodiversità in Italia. Contributo alla strategia nazionale per la biodiversità: 40-56, Palombi Editori, Roma.

PETIT R.J., AGUINAGALDE I., DE BEAULIEU ET AL.. (2003). Glacial refugia: hotspots but not melting pots of genetic diversity. Science 300, 1563–1565.

TABERLET P., FUMAGALLI L., WUST-SAUC A.G., COSSON J.F.. (1998). Comparative phylogeography and postglacial colonization routes in Europe. Mol. Ecol. 7, 453–464.

MATASSINO D., CIANI F.. (2009). Origine e storia della "Podolica" in Italia (Origin and history of "Podolian" in Italy). Proceedings of International Congress "On the tracks of Grey Podolic cattle", Matera, 10 luglio 2009. Taurus Speciale, Anno XX, 3, 111-124.

PADOVANI, L.M., CARRABBA, P., DI GIOVANNI, B., MAURO, F.. (2009). Biodiversità. Risorse per lo sviluppo. ENEA, Roma.

importante contributo a questa diversità deriva dagli *"isolati linguistici e/o geografici"*, originatisi dalle invasioni dei popoli di varia provenienza; attualmente, tali isolati ammontano a circa il 5% dell'attuale popolazione (a esempio gruppi di lingua tedesca presenti nelle Alpi orientali; popolazioni della Sardegna che offrono un paradigmatico esempio di differenziazione genetica imputabile a un intergioco tra fattori microevolutivi, demografici e culturali).

Pertanto, in Italia, nel corso dei millenni e dei secoli si è strutturato un *"complesso paesaggio altamente eterogeneo"* basato su una continua modifica e modellazione della *"biodiversità"* e degli *"ecosistemi"* a essa collegati. Questo dinamismo ha permesso lo stabilirsi di un delicato equilibrio e di una complementarietà tra *'natura'* e *'uomo'*. Tale equilibrio, oggi, è stato profondamente turbato, pur essendo l'Italia ancora nel suo complesso caratterizzata da una ricchezza di *"biodiversità"* (soprattutto ecosistemica) quasi unica per un paese industrializzato.

A livello *nazionale*, la versione 11.0 del Programma di Sviluppo Rurale Nazionale approvata con Decisione della Commissione C (2021) 6136 del 16.08.2021, in merito alla zootecnia, si propone di supportare la conservazione del patrimonio genetico animale di interesse zootecnico con i seguenti obiettivi generali della misura *"Biodiversità"*:

- a) conservazione della *"biodiversità animale"* nelle specie d'interesse zootecnico, attraverso il mantenimento della variabilità genetica;
- b) miglioramento delle prestazioni generali degli allevamenti e del benessere degli animali;
- c) contenimento dell'impatto ambientale degli allevamenti principalmente in relazione ai cambiamenti climatici e al benessere animale;
- d) istituzione di un nuovo modello organizzativo nazionale basato su un sistema informatico accessibile, in modalità *"Open Data"*, che acquisisca i dati originali e consenta, eventualmente, il collegamento con le banche dati esistenti inerenti alla conservazione della *"biodiversità zootecnica"* e altri dati riguardanti le razze e/o specie di interesse zootecnico, utilizzabile anche dai servizi che offrono consulenza alle aziende zootecniche. Un esempio è rappresentato dal progetto LEO (*Livestock Environment*

Opendata), di cui è responsabile l'AIA¹²³, del quale si parlerà più diffusamente nel paragrafo 6.

Sempre a livello nazionale, una tappa molto importante nella tutela della "biodiversità" è rappresentata dalla modifica, in data 8 febbraio 2022, degli articoli 9 e 41 della Costituzione italiana con l'introduzione dei concetti di "biodiversità", di "ecosistema" e di "danno ambientale". In particolare, si riportano gli articoli così modificati:

- a) art. 9 *«La Repubblica promuove lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica. Tutela il paesaggio e il patrimonio storico e artistico della nazione; Tutela l'ambiente, la biodiversità e gli ecosistemi, anche nell'interesse delle future generazioni; la legge dello stato disciplina i modi e le forme di tutela degli animali»;*
- b) art. 41 *«L'iniziativa economica privata è libera. Non può svolgersi in contrasto con l'utilità sociale o in modo da recare danno alla sicurezza, alla libertà, alla dignità umana, alla salute, all'ambiente. La legge determina i programmi e i controlli opportuni perché l'attività economica pubblica e privata possa essere indirizzata e coordinata a fini sociali e ambientali».*

Queste "modifiche costituzionali" inseriscono la tutela della biodiversità in una visione "transdisciplinare" e in una forte prospettiva di "sostenibilità globale".

A livello internazionale, in tema di biodiversità, si ricordano:

- a) la strategia "Dal produttore al consumatore", presentata dalla Commissione europea nel maggio 2020, allo scopo di contribuire al raggiungimento di un sistema alimentare sostenibile quale "modello" per l'UE; i suoi obiettivi principali sono i seguenti:
 - i. garantire alimenti nutrienti, in quantità sufficiente e a prezzi accessibili;
 - ii. dimezzare l'uso di pesticidi e fertilizzanti, nonché le vendite di antimicrobici;
 - iii. aumentare la superficie di terreni destinati all'agricoltura biologica;
 - iv. promuovere un consumo alimentare e regimi alimentari sani più sostenibili;
 - v. ridurre le perdite e gli sprechi alimentari;
 - vi. combattere le frodi alimentari;

¹²³ I componenti del progetto sono: ConsDABI, UNICATT, UNIPA, UNITUS, Istituto Spallanzani, IZS di Teramo, IZS Umbria e Marche.

- vii. migliorare il benessere animale;
- b) *strategia per la biodiversità 2030* con i seguenti obiettivi principali:
- i. costituzione di zone protette comprendenti almeno il 30% della superficie terrestre e marina dell'ue, ampliando la copertura delle zone “Natura 2000” esistenti;
 - ii. ripristino degli ecosistemi degradati;
 - iii. stanziamento di 20 miliardi di euro l'anno per la protezione e la promozione della “*biodiversità*” tramite fondi europei, nonché finanziamenti nazionali e privati.

La problematica della tutela della *biodiversità* di un *bioterritorio* a breve, medio e lungo termine pone numerosi interrogativi¹²⁴:

- a) quali sono i cambiamenti in atto dei sistemi produttivi?
- b) quali sono le ripercussioni dei cambiamenti dei sistemi produttivi per quanto concerne la gestione della risorsa genetica e come definire chiaramente il ruolo di un TGA/TGAA nella configurazione del sistema produttivo interessato?
- c) quali sono le sfide attuali nella produzione di alimenti?
- d) come qualificare e quantizzare il valore della risorsa genetica?
- e) su quali basi oggettive (scientifiche) si può costruire la relazione tra “*prodotto locale tipizzato etichettato*” (PLTE) e un determinato tipo genetico?
- f) essendo le interazioni genotipo-ambiente (epigenetica) essenziali per il conseguimento di produzioni peculiari, quali sistemi informativi bisogna mettere in atto per raggiungere livelli produttivi qualitativamente sempre migliori nel loro contenuto in biomolecole “*nutraceutiche*”?
- g) dato che le caratteristiche *antropo-bio-pedo-fisico-chimico-climatiche* peculiari di un determinato “*bioterritorio*” giocano un ruolo determinante sulle modalità delle manifestazioni fenotipiche, quali sono le componenti da considerare?

¹²⁴ MATASSINO, D., OCCIDENTE, M. e CASTELLANO, N.. (2008). La risorsa animale endogena di un bioterritorio. Problematiche. ARS, Anno 27, vol. II (117), 52-57 (I Parte); ARS, Anno 27, vol. II (118), 53-56 (II Parte).

- h) qual è il ruolo che deve svolgere l'istituzione pubblica come base strutturale per incentivare una seria e disinteressata programmazione di ricerca futura al fine di definire le priorità?
- i) nella valorizzazione di un TGA/TGAA, ai fini di uno sviluppo sostenibile di un "bioterritorio", quale rischio si può correre in merito alla perdita della sua variabilità originaria, considerando che vi è sempre un cambiamento del suo genotipo globale in un processo temporale produttivo di lunga durata?
- j) l' "oggi mai concluso", nel senso di relazione fra conoscenza scientifica validata e iniziativa politica pubblica (in tutte le sue forme), deve costituire una dote peculiare dello scienziato?
- k) vi è la consapevolezza che le varie discipline scientifiche interessate alla tutela della risorsa genetica siano tutte comprese in una visione di approccio "sistemico" del problema?

Tutelare la *biodiversità* è fondamentale per la vita del pianeta Terra per le seguenti motivazioni:

- a) *biologica*;
- b) "operatore epistemologico": *propulsore di conoscenza scientifica*;
- c) *ecosistemica*;
- d) *culturale*;
- e) *cambiamento climatico*;
- f) *etica*
- g) *giuridica*;
- h) *paesaggistica*;
- i) *recupero del rapporto campagna - città*
- j) *socio-economica*;
- k) *salutistica*.

5.1.1. Motivazione biologica

«Ogni variazione, per piccola che sia e da qualsiasi cagione provenga, purché sia in qualche parte vantaggiosa all'individuo di una specie, contribuirà nelle sue relazioni infinitamente complesse cogli altri esseri organizzati e colle fisiche condizioni della vita alla

conservazione di quest'individuo, e in generale si trasmetterà alla sua discendenza.» (C. Darwin, 1809-1882)

La 'biodiversità' può essere considerata uno 'scrigno' di 'informazioni genetiche-biochimico-fisico-biotiche' atte a favorire la 'capacità al costruttivismo' degli esseri viventi in occasione di cambiamenti, oggi imprevedibili, sia delle condizioni ambientali sia delle esigenze alimentari dell'uomo in termini di molecole 'bioattive' con proprietà 'nutraceutiche'. La variabilità genetica degli organismi è quindi il prerequisito fondamentale per la "capacità al costruttivismo" all'ambiente e per l'evoluzione di nuove forme e funzioni. È la intrinseca divergenza dell'informazione genetica che induce innovazioni, mentre i processi biologici convergenti (differenziamento e sviluppo embrionale) realizzano un progetto genetico legato a informazioni presenti, quindi poco modulabili. Pertanto, la riduzione o l'assenza di variabilità genetica comporta una diminuzione (o scomparsa, nei casi estremi) della 'capacità omeostatica' o di 'autogoverno' del sistema biologico, con il rischio di perdita di informazioni non più recuperabili¹²⁵.

La variabilità genetica rappresenta quindi un *concetto chiave* della 'biodiversità'. Nuovi stimoli ambientali possono portare alla espressione di ciò che già Waddington C.H. (1953) definiva 'variabilità genetica latente o criptica' e i fenotipi relativi, sortiti dall'ambiente dopo lo 'screening' effettuato dalla selezione naturale, possono essere 'assimilati geneticamente'.

Inoltre, è proprio la diversità genetica intraspecifica (*intra e inter-popolazione*) che può alimentare la diversità agli altri livelli (quella di specie e quella di ecosistema).

Come già espresso in Matassino D. *et al.*¹²⁶, il concetto di "diversità genetica" completa quello che, a livello teorico, viene definito il "trittico della diversità biologica":

- a) "diversità tassonomica" intesa come numero di specie presenti in un dato *habitat*;

¹²⁵ MATASSINO D., CAPPUCCIO A., GRASSO F. e PALAZZO, M.. (1993). Conservation of animal germplasm at risk of extinction in Italy: the Centre for the defense of animal genetic resources of Circello. FAO UNEP – Animal Genetic Resources Information, n. 12, 27.

¹²⁶ MATASSINO D., INCORONATO C. e OCCIDENTE M.. (2006). Biodiversità e filiere produttive zootecniche. Atti 7. Convegno Nazionale Biodiversità 'L'agrobiodiversità per la qualificazione delle filiere produttive', Catania, 31 marzo ÷ 2 aprile 2005. Italus Hortus, 13 (2), 70-91, 2006.

- b) “*diversità ecologica*” intesa sia come numero di specie presenti sia come entità delle interazioni reciproche tra gli organismi e di questi ultimi con l’ambiente;
- c) “*diversità genetica*”.

La biodiversità rappresenta causa ed effetto della *storia evolutiva* della vita stessa¹²⁷. La comparsa di nuovi fenotipi, per quanto prevedibile, non è una “*produzione dal nulla*”, ma, come già detto nel paragrafo “Capacità al costruttivismo”, una trasformazione di “*precedenti potenzialità*” grazie alla quale gli organismi partecipano attivamente alla “*costruzione*” del microambiente in cui vivono; nel 1907, Bergson H. propone, nell’opera “*L’ évolution créatrice*”, il termine “*creativo*” nel senso di “*elan vital*” (slancio vitale) per indicare “*la capacità di produrre un flusso continuo di novità evolutive*”.

Il “*germoplasma antico autoctono*” rappresenta quindi non soltanto la memoria biologica della variazione della specie in un certo determinato luogo, ma anche, e ancor prima, la preziosa registrazione biologica delle mutazioni naturali succedutesi nel tempo e nel medesimo luogo; quindi, causa stessa delle “*variazioni*” “*costruttive*” della specie¹²⁸. Pertanto, un animale e qualsiasi essere vivente non è identificabile solo con la sua funzione riproduttiva e/o con quella produttiva, ma è portatore di informazioni importanti dal punto di vista biologico-evolutivo, molte delle quali sono ancora poco note per definire la sua “*individualità*”, specialmente alla luce della complessità della struttura e della funzione del genoma¹²⁹. Indipendentemente dalla scala tassonomica, la diversità dei sistemi viventi deriva dalla loro individualità e concorre a definire la loro complessità.

E’ la “*irriducibile complessità*” della singola cellula che esplica un ruolo “*unico*”, istante per istante, in quanto sollecitata continuamente da interazioni (informazioni) *intra* e *intercellulari*, oltre a quelle tra la struttura organizzativa del DNA nucleare e mitocondriale e la miriade di fattori definibili “*non genetici*”.

¹²⁷ SVOROVA D. (2015). Biodiversità: Nuove frontiere della conoscenza. Aisthesis “Pratiche, linguaggi e saperi dell’estetico”, S.l., v. 8, n. 2, pp. 201-223.

¹²⁸ MAZZIOTTA, A. e MATASSINO, D.. Giuridicità della biodiversità antica autoctona. Op. Cit..

¹²⁹ MATASSINO D. e PILLA A.M.. (1976). Genetica e miglioramento degli ovini. Atti II Conv. Naz. ASPA, Bari, 17-20 maggio, 1976, 229-264.

Matassino D. *et al.*¹³⁰ evidenziano che questa “*irriducibile complessità*” è sempre oggetto di discussione come la disputa, mai sopita, del dualismo “*somatico-germinale*” di Weissman A. risalente alla fine del 1800 e successivamente (anni 1940-50) ripresa, su base sperimentale e teorica, da Waddington C.H.¹³¹ con i concetti di:

- a) “*paesaggio epigenetico*”;
- b) “*canalizzazione dello sviluppo*”;
- c) “*assimilazione genetica*”.

Il “*paesaggio epigenetico*” è identificabile con una serie di “*percorsi di sviluppo*”; ogni percorso si origina da uno stadio ove segmenti di DNA “*attivi*” danno origine a una diramazione di nuovi percorsi; pertanto, ogni stadio di sviluppo è a sua volta un vero e proprio “*battistrada*” per il successivo.

La “*canalizzazione dello sviluppo*” comprende tutte quelle modalità comportamentali di un essere vivente concretizzanti, poi, nella “*capacità al costruttivismo*” che si realizza canalizzando lo sviluppo verso le vie alternative al variare delle condizioni ambientali temporanee in un determinato contesto microambientale. La canalizzazione dello sviluppo subisce l'effetto dei geni (canalizzazione genotipica) ma anche dalla transazione ambiente/gene (canalizzazione esperienziale). Sulla base della filosofia “*realistica*” inglese, riconducibile a “*L'évolution créatrice*” di Bergson H., non vi potrebbe essere evoluzione senza canalizzazione fortemente dipendente da uno o più “*constraint*” (vincolo). Un *constraint* è un “*fattore che costringe a condizionare, sia positivamente che negativamente, i cambiamenti fenotipici in una direzione stabilita dalla storia passata o dalla struttura formale, diversa dalla direzione operata dalla selezione naturale*”¹³². Questa canalizzazione, secondo Bettini T.

¹³⁰ MATASSINO D., BARONE C.M.A., DI LUCCIA A., INCORONATO C., INGLESE F., MARLETTA D., OCCIDENTE M. e RONCADA P. (2007). Genomica e proteomica funzionali. Atti Convegno “Acquisizioni della Genetica e prospettive della selezione animale”, promosso da: Accademia dei Georgofili, Associazione Scientifica di Produzione Animale (ASPA), Associazione Italiana Allevatori (AIA), Firenze, 27 gennaio 2006. In: I Georgofili – Quaderni 2006 –I, Società Editrice Fiorentina, 201-354, 2007. L'Allevatore, 62 (5-6), 9, 2006 (sintesi). Sito internet Istituto Italiano di Bioetica (http://www.istitutobioetica.org/global_bioethics/bioetica_animale/bio_animale.htm).

¹³¹ WADDINGTON C. H. (1942). Canalization of development and the inheritance of acquired characters. *Nature*, 150, 563-565; WADDINGTON C. H. (1957). *The strategy of the genes*. Allen & Unwin, London.
WADDINGTON, C.H. (1975). *The evolution of an evolutionist*. Edinburgh Univ. Press, Edinburgh.

¹³² GOULD S. J. (1989). A developmental constraint in *Cerion*, with comments on the definition and interpretation of constraint in evolution. *Evolution*, 43, 516-539.

M.¹³³, è resa possibile da “*dighe*” che sono identificabili con “*piani di organizzazione cosmica*” che ne disciplinano il flusso.

L’ “*assimilazione genetica*” è definita come fenomeno consistente in una “*modificazione fenotipica*”, inizialmente non ereditabile, ma che, successivamente può diventare trasmissibile nel corso del succedersi di generazioni; grazie a un vantaggio selettivo, l’ “*assimilazione genetica*” viene interpretata dagli evoluzionisti, come già detto, quale manifestazione di una variabilità genetica “*criptica*”, in un determinato microambiente. Si ritiene che stimoli ambientali possano favorire l’espressione (o manifestazione) di una “*variabilità genetica latente*” e i fenomeni relativi, sortiti dall’ambiente dopo uno “*screening*” effettuato da selezione naturale, possono essere assimilati “*geneticamente*”. Quando si verifica questo evento, si parla di fenomeno della “*capacitazione*”; fenomeno che si ha in seguito a stress ambientali, il cui effetto si concretizza in una riattivazione di “*potenzialità genetiche represses*” estrinsecantisi nella comparsa di nuovi “*fenotipi*”.

Matassino D. *et al.*¹³⁴ riferiscono che la motivazione biologica è ulteriormente avvalorata dai risultati conseguiti nell’ambito del progetto ENCODE (*Encyclopedia of DNA Elements* = Enciclopedia degli elementi del DNA); tale progetto, condotto inizialmente su circa l’1% (29.998 kilobasi) del *genoma umano* opportunamente suddiviso in 44 regioni genomiche e poi ampliato sta fornendo un eccellente contributo nell’effettuare opportuni confronti di sequenze *intra* e *inter* specie, nonché nell’esplorare le funzioni di quelle regioni genomiche oggetto degli studi comparativi, al fine di attribuire un significato funzionale alle varie regioni prese in esame. Il progetto ENCODE, nella sua fase iniziale (giugno 2007¹³⁵) ha evidenziato quanto segue:

- a) la conoscenza delle regioni *codificanti proteina (geni)* è ancora parziale;
- b) la conoscenza delle regioni *non codificanti proteina* è ancora più incompleta rispetto alle precedenti acquisizioni;

¹³³ BETTINI T.M.. (1972). Concezioni moderne sulla validità dei cosiddetti gruppi etnici, anche ai fini dello sviluppo zootecnico. In: ‘Riproduzione animale e fecondazione artificiale’, Edagricole, Bologna, 23-44.

¹³⁴ MATASSINO D., BARONE C.M.A., DI LUCCIA A., INCORONATO C., INGLESE F., MARLETTA D., OCCIDENTE M. e RONCADA P.. (2007). Genomica e proteomica funzionali. Op. Cit..

¹³⁵ BIRNEY ET AL. (THE ENCODE PROJECT CONSORTIUM). (2007). Identification and analysis of functional elements in 1 % of the human genome by the ENCODE pilot project, Nature, 447, 799-816.

- c) la conoscenza relativa alle regioni genomiche che regolano, spazialmente e temporalmente, l'espressione del DNA è ancora molto limitata;
- d) la visione che il genoma abbia un *set* di *loci* isolati, sede di segmenti di DNA trascritti indipendentemente, sarebbe superata;
- e) il genoma risulta essere *estensivamente* “trascritto”;
- f) la trascrizione è più complessa di quanto atteso a causa dell'esistenza di trascritti “*non traducibili in proteina*” (cosiddetto “*RNA non codificante*”) localizzati sia in regioni codificanti polipeptide/i sia in regioni del genoma precedentemente ritenute essere “*silenti*” dal punto di vista trascrizionale;
- g) l'esistenza di “*regioni silenziose*” dal punto di vista trascrizionale, le quali potrebbero identificarsi con quello che Waddington C.H.¹³⁶ ha definito “*magazzino*” di “*variabilità genetica latente*”;
- h) le sequenze genomiche codificanti “non polipeptide/i” presentano maggiore variabilità e sono caratterizzate da regioni che evolvono rapidamente;
- i) le sequenze codificanti polipeptide/i sono caratterizzate dalla presenza di variazioni strutturali, quali CNV (*Copy Number Variant* = variazione del numero di copie), inversioni e traslocazioni, e da regioni sottoposte a vincoli evolutivi intra-specie;
- j) i CNV, segmenti di DNA costituiti da un numero variabile di copie della stessa sequenza e della dimensione > 1 Kb, rivestono un ruolo importante in relazione al grado di dinamicità della variabilità di una manifestazione fenotipica, come la risposta individuale e/o di popolazione a stimoli *intra* e *inter* cellulari;
- k) alcuni trascritti “*non traducibili in polipeptide/i*” si identificano sia con trascritti originatisi da *pseudogeni* sia con RNA “*attivo*” o “*regolativo*” (a esempio *microRNA*);
- l) si stima che i *microRNA* controllino l'espressione di oltre il 30% dei segmenti di DNA “codificanti polipeptide/i” sia nelle specie umana che in altri organismi; ormai è evidente

¹³⁶ WADDINGTON C. H. (1942). Canalization of development and the inheritance of acquired characters. Op. Cit..

WADDINGTON C. H. (1957). The strategy of the genes. Op. Cit..

WADDINGTON, C.H. (1975). The evolution of an evolutionist. Op. Cit..

il coinvolgimento dei microRNA in svariati processi fisiologici quali: sviluppo di organi e di tessuti, apoptosi, mantenimento dello stato di “*pluripotenza*” delle cellule staminali (ES, *Embryonic Stem Cells*), ecc..

Sempre dal progetto ENCODE, si evince che il genoma sarebbe organizzato in “*domini funzionali*” di ordine superiore rappresentati da:

- a) regioni di “*cromatina*” che si trovano in uno stato “*aperto*” o “*attivo*”;
- b) regioni di “*cromatina*” che si trovano in uno stato “*chiuso*” o “*inattivo*”.

I *domini attivi* sono caratterizzati da:

- a) *replicazione precoce* del DNA;
- b) *elevati livelli di acetilazione dell'istone H3*;
- c) *elevata attività trascrizionale*;
- d) *bassi livelli di trimetilazione del complesso istonico H3K27me3*;
- e) *ricchezza in siti di inizio della trascrizione (TSS, transcripton start site)*;
- f) *ricchezza in isole CpG (cytosine phosphodiester guanine = doppietti fosfodiesteri citosina-guaina)*;
- g) *ricchezza in elementi Alu¹³⁷*, caratteristici del genoma dei primati; gli Alu rappresentano la sottofamiglia più numerosa di ‘*retrotrasposoni*’ (nel genoma umano essi ammontano a circa 1 milione di copie, costituendo circa il 10 % dell'intero genoma) e hanno una lunghezza variabile tra 150 e 300 paia di basi; si stima che nel genoma umano oltre 500.000 Alu siano *introni* e che di questi oltre 25.000 potrebbero diventare veri e propri *esoni*.

I dati ENCODE successivi (2012¹³⁸ e 2020¹³⁹) hanno confermato e integrato quelli del 2007 e hanno consentito di assegnare funzioni biochimiche all'80% del genoma; in particolare, è stato evidenziato che almeno il 75 % del genoma umano viene trascritto in RNA e/o sarebbe associato a una struttura cromatinica specifica, sebbene solo una minima parte dell'RNA trascritto venga tradotta in proteina. Tale evidenza emerge chiaramente dalla **tabella 3** riportante alcuni

¹³⁷ La denominazione Alu si deve alla loro sensibilità all'enzima di restrizione Alu estratto dall'*Arthrobacter luteus*.

¹³⁸ THE ENCODE PROJECT CONSORTIUM (2012). An integrated encyclopedia of DNA elements in the human genome, Nature, 489 (6 september), 57-64.

¹³⁹ NATURE, Volume 583 (7818, 30 July 2020).

dati relativi al catalogo “GENCODE” prodotto nell’ambito del progetto ENCODE.

Tabella 3. GENCODE: alcuni dati relativi al genoma umano.

ALCUNI COMPONENTI DEL GENOMA, N	GENCODE	
	RELEASE 7^{140,141} (2012)	RELEASE 46¹⁴² (2024)
Geni codificanti proteina (<i>protein-coding genes</i>)	20.687	19.411
Geni per RNA lungo non codificante proteina (<i>Long non-coding RNA genes</i>)	9.640	20.310
Geni per RNA corto non codificante proteina (<i>Small non-coding RNA genes</i>)	8.807	7.565
Pseudogeni	11.224	14.716
Totale geni codificanti RNA non tradotto in proteina (<i>non-coding RNA genes</i>)	29.671	42.591

La tabella mostra l’esistenza di ben circa 43.000 geni codificanti RNA che non viene tradotto in proteina (cosiddetti *non-coding RNA genes, ncRNA*)¹⁴³ contro solo circa 21.000 geni

¹⁴⁰ HARROW J. ET AL.. (2012). GENCODE: The reference human genome annotation for the ENCODE project. Genome Res. <http://dx.doi.org/10.1101/gr.135350.111> (2012).

¹⁴¹ THE ENCODE PROJECT CONSORTIUM .(2012). An integrated encyclopedia of DNA elements in the human genome, op. Cit.

¹⁴² <https://www.encodegenes.org/human/stats.html>.

¹⁴³ RNA ‘non codificante proteina’, *ncRNA*: trattasi di geni codificanti categorie di RNA non tradotti in proteina, denominate anche RNA ‘attivo’ o ‘regolativo’; la funzione dell’ncRNA è oggetto di dibattito e non è noto se esso agisce in “sciame” o singolarmente. Esistono varie categorie di ncRNA:

codificanti proteina (*protein-coding genes*). La nota 143 riporta alcune ipotesi proposte in merito al significato funzionale dell'RNA non tradotto in proteina.

Al progetto ENCODE ha fatto seguito il progetto modENCODE (*Model Organism ENCYclopedia Of DNA Elements* = enciclopedia degli elementi del DNA di organismi modello) (2007-2012), avente l'obiettivo di decifrare i meccanismi e le sequenze che attivano o silenziano specifiche regioni del Dna in organismi "modello" per la ricerca quali *Caenorhabditis elegans* e *Drosophila melanogaster*.

Alla luce delle precedenti evidenze, si ipotizza che i componenti del genoma opererebbero attraverso cascate di segmenti di DNA organizzate in reti molto complesse ove i segmenti di DNA "strutturali" agirebbero sulla base delle istruzioni fornite dai segmenti di DNA "regolatori" disposti a differenti

livelli, tenendo presente che uno stesso segmento di DNA può assolvere sia la funzione "regolatrice" che quella "strutturale".

Le suddette reti molecolari si concretizzano nell'*interactoma* definito come l'insieme delle interazioni molecolari presenti in una cellula.

Il recente completamento (a parte i 2000 geni da decifrare della sequenza del genoma umano) conferma la notevole complessità genetica ed epigenetica dello stesso. Grazie alle nuove tecniche e ai

(a) RNA lungo non codificante proteina (*long non-coding RNA*, lnc-RNA): trattasi di molecole di RNA lunghe più di 200 nucleotidi; solo per poche di esse è stato possibile dimostrare la funzione specifica; alcuni ricercatori sostengono che tali potrebbero agire in gruppo all'interno di condensati fluidi contenenti molecole di regolazione; un'altra idea è che esse possano funzionare da regolatori della cromatina o possano agire da impalcature sulle quali si organizzano proteine leganti l'RNA;

(b) *RNA microscopici o microRNA (miRNA)*: trattasi di piccole molecole di RNA sintetizzate a partire da una molecola di RNA più lunga (circa 70 nucleotidi), la quale viene tagliata in frammenti da un enzima detto *Dicer*; questi frammenti si legano a una classe di proteine, dette *argonaute*, formando un complesso, denominato *RISC (RNA-induced silencing complex* = complesso di silenziamento indotto dall'RNA), il quale impedisce la traduzione dell'RNA messaggero (mRNA) in proteina; il RISC può anche essere guidato da una categoria di piccoli RNA, detti RNA interferenti (*small interfering RNA*, siRNA), i quali tagliano l'RNA messaggero, impedendone la traduzione; i microRNA lavorerebbero quindi in gruppo;

(c) *RNA che interagisce con le proteine PIWI (PIWI-interacting RNA*, piRNA): trattasi di molecole di RNA attive nelle cellule germinali; esse agiscono interferendo direttamente con la trascrizione all'interno del nucleo causando la degradazione dell'mRNA; pertanto, sarebbero parte del sistema immunitario del genoma, agendo soprattutto contro i trasposoni;

(d) *piccolo RNA nucleolare = small nucleolar RNA*, snoRNA : ha la funzione di modificare l'RNA ribosomiale;

(e) *RNA circolari*: presenti soprattutto nei neuroni; la loro funzione è sconosciuta e si ritiene che siano "rumore di trascrizione";

(f) *Vault RNA*: aiutano a trasportare altre molecole all'interno di una cellula o tra cellule.

potenti algoritmi (margine di errore pari a uno su dieci milioni di coppie di basi) è stato decifrato quell'8% del genoma che era rimasto ancora privo d'identità nei precedenti sequenziamenti. La nuova sequenza di riferimento, denominata "T2T-CHM13"¹⁴⁴ e resa pubblica nell'aprile 2022¹⁴⁵, aggiunge quasi 200 milioni di paia di basi, includenti: regioni costituite da DNA altamente ripetitivo concentrate soprattutto a livello dei centromeri e dei telomeri, sequenze ripetute situate nelle braccia corte di cromosomi acrocentrici, importanti per la sintesi dell'RNA ribosomiale, nonché circa 80 geni codificanti proteine e circa 2.000 geni la cui funzione resta da indagare. Queste lunghe sequenze di DNA ripetitivo potrebbero giocare un ruolo importante nella *regolazione epigenetica dell'espressione dell'informazione genetica* ed essere all'origine di alcune malattie (a esempio, disturbi neurologici e dello sviluppo). Dal punto di vista evolutivo, le lunghe sequenze ripetute potrebbero rappresentare "*hotspot evolutivi*", cioè sede di accumulo di copie di un gene sensibili a mutazioni e quindi in grado di assumere nuove funzioni.

Al fine di ottenere un genoma umano che meglio rappresenti la diversità umana, questa nuova sequenza di riferimento sarà integrata dai dati provenienti dal Consorzio per il Pangenoma Umano (*Human Pangenome Reference Consortium*), che mira a ottenere un "*pangenoma umano di riferimento*" basato sulle sequenze complete del genoma di 350 individui. A oggi (maggio 2023)¹⁴⁶ è stata pubblicata la bozza del primo pangenoma, derivato da un mix delle caratteristiche genetiche di 47 individui: 24 di discendenza africana, 16 dalle Americhe e dai Caraibi, 6 dall'Asia e 1 dall'Europa.

Cenni di epigenetica. E' ormai acclarato che il "*complesso flusso informativo*", che parte dalla molecola di DNA, coinvolge

¹⁴⁴ T2T è l'abbreviazione di Telomere-to-Telomere, che significa "da telomero a telomero", cioè dall'inizio alla fine del cromosoma.

¹⁴⁵ NURK S. ET AL.. (2022). The complete sequence of a human genome. *Science* 376, 44–53.

ALTEMOSE N. ET AL.. (2022). Complete genomic and epigenetic maps of human centromeres, *Science* 376, 56.

GERSHMAN A. ET AL.. (2022). Epigenetic patterns in a complete human genome, *Science* 376, 58.

VOLLGER M.R. ET AL.. (2022). Segmental duplications and their variation in a complete human genome, *Science* 376, 55.

AGANEZOV S. ET AL.. (2022). A complete reference genome improves analysis of human genetic variation, *Science* 376, 54.

HOYT S.J. ET AL.. (2022). From telomere to telomere: The transcriptional and epigenetic state of human repeat elements, *Science* 376, 57.

¹⁴⁶ LIAO W.-W. ET AL.. (2023). A draft human pangenome reference. *Nature*, 617, 11 maggio, 312.

notevolmente i numerosi e raffinati meccanismi biologici che sono gestiti da veri e propri “*comportamenti*” di tipo “*epigenetico*”. Negli ultimi due anni è cresciuto l'interesse per le possibili applicazioni dell’“*epigenetica*”¹⁴⁷ al futuro delle produzioni animali in termini di miglioramento delle prestazioni produttive e riproduttive, nonché del benessere degli animali di interesse zootecnico. La *Canadian Society of Animal Science* ha pubblicato 10 articoli dedicati a tale aspetto in un apposito numero tematico della rivista “*Animal Frontiers*”¹⁴⁸.

Gli animali di interesse zootecnico sono esposti a numerosi fattori legati all'ambiente, i quali interagiscono con l'*epigenoma* e il *genoma* influenzando così l'espressione fenotipica. Ibeagha-Awemu e Yu¹⁴⁹ mostrano che i fattori *epigenetici* sono coinvolti nella modulazione della riproduzione, della crescita, della produttività e della salute dell'animale. L'esplorazione di questi meccanismi non mendeliani, in particolare l'ereditarietà della metilazione del DNA, potrebbe aiutare a capire meglio come sono ereditati determinati fenotipi e come utilizzarli nel circuito riproduttivo¹⁵⁰. Secondo Kiefer *et al.*¹⁵¹, i meccanismi *epigenetici* essendo i *traduttori* degli *effetti ambientali a livello del genoma*, sarebbero una potenziale fonte di varianza fenotipica attualmente non spiegata dalla selezione genomica. Più recentemente, è stata dimostrata l'importanza dell'*epigenoma paterno* nella determinazione dei fenotipi della prole; infatti, Mi *et al.*¹⁵² sottolineano che l'identificazione di *marcatori di metilazione del DNA* specifici dello sperma sarebbe importante per migliorare alcune prestazioni fenotipiche (qualità del seme, fertilità del toro e altri caratteri) in bovini e suini. Inoltre, analogamente a quanto avviene nella specie umana (a esempio, cosiddetto “*effetto*

¹⁴⁷ Il termine “epigenetica” viene coniato da Waddington, nel 1953, per indicare «*Tutti i processi di cambiamento durante il ciclo vitale di un organismo le cui istruzioni non sono contenute nella sequenza del DNA*». Alla luce delle più recenti acquisizioni, l’“*epigenetica*” viene definita come «*Lo studio dei cambiamenti ereditabili nell'espressione del DNA dovuti a modificazioni chimiche (metilazione, acetilazione, ecc.) dello stesso senza il verificarsi di variazioni nella sua sequenza*».

¹⁴⁸ *Animal Frontiers*, December 2021, vol. 11, n. 6.

¹⁴⁹ IBEAGHA-AWEMU E.M., YU Y.. (2021). Consequence of epigenetic processes on animal health and productivity: Is additional level of regulation of relevance? *Anim. Front.*, 11(6),7–18. doi: 10.1093/af/vfab057.

¹⁵⁰ ZHANG Y., SIRARD. M.-A.. (2021). Epigenetic inheritance of acquired traits through DNA methylation. *Anim. Front.*, 11(6), 19–27. doi: 10.1093/af/vfab052.

¹⁵¹ KIEFER H., SELLEM E., BONNET-GARNIER A., PANNETIER M., COSTES V., SCHIBLER L., JAMMES H.. (2021). The epigenome of male germ cells and the programming of phenotypes in cattle. *Anim. Front.*, 11(6), 28–38. doi: 10.1093/af/vfab062.

¹⁵² MI S., CHEN S., LI W., FANG L., YU Y.. (2021). Effects of sperm DNA methylation on domesticated animal performance and perspectives on cross-species epigenetics in animal breeding. *Anim. Front.*, 11(6), 39–47. doi: 10.1093/af/vfab053.

nonna”), Ouellet *et al.*¹⁵³ rivelano che l’esposizione di una vacca in tarda gestazione allo stress da caldo produce effetti sulla prole fino ad almeno 4 anni dalla cessazione dell’agente stressante. I fattori influenzati dall’ambiente che regolano lo *sviluppo corretto dell’embrione* includono: *cambiamenti nella struttura della cromatina, modificazioni proteiche, attivazione di fattori di trascrizione e retrotrasposoni, riparazione e stabilità del genoma*¹⁵⁴.

Costa *et al.*¹⁵⁵ (2021) mostrano che l’ambiente intrauterino è fondamentale per la formazione del muscolo scheletrico influenzando la qualità finale della carne. La manipolazione nutrizionale durante il periodo intrauterino contribuisce a ottenere tratti di qualità della carne desiderabili, come la marezzatura e la tenerezza.

Anche il *microbiota* potrebbe svolgere un ruolo importante nell’influenzare l’*epigenoma* di un animale. Dunislawska *et al.*¹⁵⁶ dimostrano che la stimolazione *in ovo* è un metodo ancora sottovalutato, per controllare il microbiota nel pollame e introdurre *modificazioni epigenetiche* a diversi livelli.

Come dimostrato da Pacht *et al.*¹⁵⁷, l’alterata metilazione del DNA provocata da fattori ambientali (*nutrienti, stress da caldo e da trasporto*) influenza numerosi fenotipi del bestiame, tra i quali la deposizione delle uova, la crescita delle fibre, la resistenza allo stress da caldo, la mastite, la produzione di carne e di latte.

Clarke *et al.*¹⁵⁸ descrivono come, in futuro, il progresso nelle tecniche di sequenziamento, in parallelo alle strategie di selezione genomica, possano essere abbinate alle conoscenze sulla metilazione del DNA per migliorare la salute, la longevità, la produttività e la

¹⁵³ OUELLET V., BOUCHER A., DAHL G.E., LAPORTA J.. (2021). Consequences of maternal heat stress at different stages of embryonic and fetal development on dairy cows’ progeny. *Anim. Front.* 11(6):48–56. doi: 10.1093/af/vfab059.

¹⁵⁴ DE MACEDO M.P., GLANZNER W.G., GUTIERREZ K., BORDIGNON V.. (2021). Chromatin role in early programming of embryos. *Anim. Front.*, 11(6), 57–65. doi: 10.1093/af/vfab054.

¹⁵⁵ COSTA T.C., GIONBELLI M.P., DUARTE M.S.. (2021). Fetal programming in ruminant animals: understanding the skeletal muscle development to improve meat quality. *Anim. Front.*, 11(6), 66–73. doi: 10.1093/af/vfab061.

¹⁵⁶ DUNISLAWSKA A., SLAWINSKA A., SIWEK M., BEDNARCZYK M.. (2021). Epigenetic changes in poultry due to reprogramming of the gut microbiota. *Anim. Front.*, 11(6), 74–82. doi: 10.1093/af/vfab063.

¹⁵⁷ PACTH E., MURDOCH B., MCKAY S.. (2021). Examining the extent of environmental contributions towards DNA methylation and phenotypic variation. *Anim. Front.*, 11(6), 83–89. doi: 10.1093/af/vfab056.

¹⁵⁸ CLARKE S., CAULTON A., MCRAE K., BRAUNING R., COULDREY C., DODDS K.. (2021). Beyond the Genome: a perspective on the use of DNA methylation profiles as a tool for the livestock industry. *Anim. Front.*, 11(6), 90–94. doi: 10.1093/af/vfab060.

“*capacità al costruttismo*” degli animali di interesse zootecnico. Tuttavia, per incorporare i dati sulla metilazione del DNA nelle valutazioni genetiche di routine, debbono ancora essere sviluppati saggi ad alta produttività, robusti ed economici.

Cenni di biologia quantistica. Lo studio della biodiversità, con particolare riguardo alla comprensione dei meccanismi bio-chimico-fisici influenzanti la variabilità delle forme viventi ai vari livelli organizzativi (subatomico, atomico, submolecolare, molecolare, cellulare, tissutale, organico, organismico, biocenotico, ecosistemico, ove ogni livello è caratterizzato da norme proprie e da norme di vita di relazione con altri livelli), emerge in tutta la sua *complessità* e si arricchisce di nuovi significati anche alla luce dei *fenomeni quantistici* quali *regolatori* dei vari processi cellulari. In tal modo è possibile parlare di “*biologia quantistica*”, da considerare una *nuova visione* della biologia e della medicina nell’ottica dei principi della fisica quantistica. La comunicazione cellulare mediata anche da *segnali elettromagnetici*, oltre che dai già noti segnali chimici e biochimici, è stata dimostrata da F. A. Popp nel 1981 attraverso l’esistenza di un flusso di energia “*strutturata come coerente*” sotto forma di biofotoni (quanti di luce) emessi da parte del DNA (nucleare, mitocondriale e plastidico) delle cellule. Il DNA funzionerebbe come un vero e proprio “*trasmettitore-ricevitore*” (antenna) di segnali frequenziali sotto forma di biofotoni e di biofononi (quanti di suono) per i quali le cellule dell’organismo sono in continua e istantanea comunicazione fra di loro, scambiando messaggi elettromagnetici con effetti biologici (**figura 6**). L’emissione di biofotoni è generata da una trasduzione quantistica delle proprietà piezoelettriche ¹⁵⁹ del DNA nucleare che vengono modificate durante la trascrizione DNA/RNA.

¹⁵⁹ Gli acidi nucleici (e anche le proteine) hanno proprietà *piezoelettriche* in quanto si comportano come *semi-cristalli*. Pertanto, essi si polarizzano elettricamente in conseguenza di una deformazione meccanica di natura elastica («*effetto piezoelettrico diretto*»); infatti, il movimento che segue all’*apertura* e allo *svolgimento* della doppia elica del DNA, nell’atto di sintesi dell’ RNA, modifica a ogni ciclo di svolgimento le proprietà di *torsione*, così che *compressione* e *stiramento* del DNA nucleare, divengono azioni che generano polarizzazioni discontinue della tensione *bio-elettrica* del DNA nucleare, *che inducono la produzione di biofotoni*. Pertanto, il *DNA può comunicare a distanza* attraverso *segnali originati dal tratto codificante di DNA*, quando lo stesso viene copiato dall’ RNA; segnali, che vengono ricevuti per *risonanza coerente*, da operatori biologici capaci di recepire la codificazione dei segnali emessi dal DNA nucleare o, ancora, a esempio, dal DNA-Mitocondriale (*mt-DNA*).

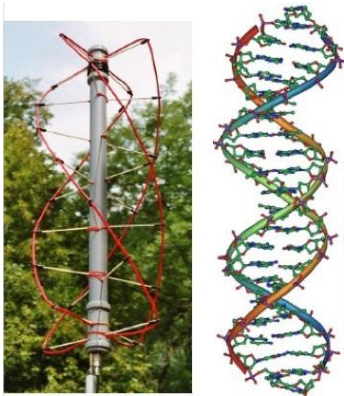


Figura 6. Rappresentazione del DNA come «antenna» in grado di «ricevere» e «trasmettere» onde elettromagnetiche (<http://biot.it/aree-tematiche/medicina-quantistica.html>).

Pertanto, in termini *'quantistici'* il DNA nucleare non è soltanto da considerare depositario del *'codice genetico'* ma è da ritenere anche il *supervisore attivo per via elettromagnetica di tutti i processi cellulari*. Questa visione è trasferibile anche alla problematica comune della tutela della *"biodiversità"*, partendo dalla sua conoscenza; *"biodiversità"* che si concretizza operativamente in quella che si suole definire *"autoctonia"* o *"endemismo"* identificabile con l'insieme dei TGA e dei TGAA presenti in un dato *"bioterritorio"*. Dato che i TGA e i TGAA sono fornitori di alimenti primari e/o derivati particolarmente ricchi nella loro diversità quanti-qualitativa di biomolecole di valore *'salutistico'*, per una ottimale gestione degli animali stessi si rende particolarmente cogente interpretare meglio i fenomeni *'chimico – fisico – biotici'* che sottendono i diversi aspetti fenotipici degli stessi. A esempio, in chiave prospettica, i *'biofotoni'* e i *'biofononi'* come potrebbero influenzare la *'fisiologia'* e la *'conformazione'* del DNA nucleare e mitocondriale al variare del microambiente dando, così, origine a diversi fenotipi? Il DNA ambientale, uno strumento oggi molto utile per studiare la *"biodiversità"* di vari habitat (soprattutto acquatici), potrà svolgere anch'esso la funzione di antenna e, attraverso tale funzione, come interagisce con i fattori ambientali peculiari di quell'habitat?

5.1.2. Biodiversità come “operatore epistemologico”: propulsore di conoscenza scientifica

«Il dono più bello della natura è che è un piacere guardarsi intorno e cercare di comprendere ciò che vediamo.» (A. Einstein, 1879-1955)

Un aspetto non trascurabile della “biodiversità” è la grande creatività che gli organismi animali, fungini, microbici e vegetali, hanno espresso, nel corso del processo evolutivo, mettendo a punto soluzioni “ingegnose” ed efficienti per la loro vita. L’uomo attinge continuamente informazioni da questa fonte infinita di prodotti e di processi naturali per sviluppare ricerca e progresso tecnico e biotecnico.

A esempio, la diversità genetica, presente sul pianeta Terra (cosmo?), rappresenta il “*pabulum*” per alimentare continuamente la “*bioimitazione*” dal greco (βίος = vita e μίμησις derivato da μιμέομαι = imitare) o (*biomimicry*) o “biomimetica” (*biomimetics*¹⁶⁰), un filone di ricerca avente per oggetto la progettazione e la costruzione di sistemi, semplici e/o complessi, prettamente ispirati alla naturalità (a esempio, la produzione di: fibra utilizzata per voli spaziali sulla base della conoscenza delle caratteristiche reologiche del filo tessuto da alcuni ragni; adesivi speciali ispirati al muco di lumaca; impermeabilizzanti e autopulenti prendendo a modello il fiore di loto, ecc.). Le imitazioni della natura spaziano, oggi, dall’intelligenza artificiale alle nanotecnologie alla robotica alla bioarchitettura all’ingegneria biomedica alla scienza dei materiali. Quest’ultima sta evolvendo verso la realizzazione di materiali sempre più simili ai tessuti biologici da considerare non solo come ‘*sostitutivi dei tessuti*’ (a esempio, protesi) ma come ‘*farmaci*’ capaci di intervenire direttamente sui fenomeni morbosi e/o traumatici guidando il riparo e la cura del tessuto danneggiato. Per approfondimenti in merito alla tematica della bioimitazione, si rimanda a: Matassino D.¹⁶¹; Nicolais L..¹⁶²

¹⁶⁰ Il significato della parola ‘*biomimetics*’ appare per la prima volta nel dizionario Webster (1974) nel senso di “*studio della formazione, della sintesi, della struttura e della funzione di sostanze e di materiali di natura biologica (a esempio enzimi o seta), nonché di meccanismi e di processi biologici (a esempio sintesi proteica o fotosintesi) allo scopo di sintetizzare artificialmente prodotti simili che imitano quelli naturali*”.

¹⁶¹ MATASSINO, D.. La “biodiversità” base dell’innovazione. ARS, 120, 47-51, 2009 (I Parte); ARS, 121, 50-57, 2009 (II Parte).

¹⁶² NICOLAIS L.. (2008). Biodiversità: dalla natura ai materiali innovativi, Atti “La ‘Biodiversità’ base dell’innovazione - Convegno in onore del prof. Donato Matassino: una vita dedicata alla scienza”, Università degli Studi del Sannio, Benevento 16 dicembre.

La biodiversità, costituisce anche un'importante fonte di materiale biologico per lo sviluppo di farmaci, vaccini, prodotti farmaceutici, varietà animali e vegetali migliorate e per altre applicazioni ambientali. Le nazioni industrializzate, che hanno tecniche e risorse per brevettare e sviluppare prodotti biologici commerciali, stanno beneficiando della biodiversità attraverso il germoplasma raccolto e conservato che fluisce attraverso i centri di ricerca internazionali. Il processo di ricerca e sviluppo necessario per commercializzare un particolare prodotto richiede enormi sforzi tecnici¹⁶³.

A esempio, il progetto SEABIOTECH, finanziato dall'UE, ha sviluppato metodi per la conservazione di nuovi composti e organismi provenienti da ecosistemi marini estremi da trasformare in nuovi prodotti industriali. L'archivio centralizzato per la diversità genetica degli estratti e composti di origine marina in ambienti estremi rappresenta una preziosa risorsa e base per futuri progetti di ricerca e sviluppo anche in campo medico (a es. cancro, infezioni, sindrome metabolica e infiammazione) e nel campo dell'acquacoltura.

Le continue conoscenze sulla strutturistica del DNA e dell'RNA e sulla fisiologia degli stessi negli esseri viventi, specialmente antichi, stanno contribuendo a svelare *sofisticati meccanismi molecolari* di grande utilità operativa per applicazioni fondamentali per l'innovazione biotecnica nei campi più disparati della vita. Un esempio è la *'genialità'* dei *'geni'* nell'essere dotati di una impensabile capacità: progettazione di proteine (enzimi) in grado sia di tagliare il DNA in più punti specifici e sia di *'cucire'* segmenti di DNA. Questa proprietà è utilizzata per la *'terapia genica'*, quindi modificare un genoma sulla base dell'obiettivo da raggiungere; conseguentemente cambiare anche il *fenotipo* per incrementare la sua *'capacità al costruttivismo'* in funzione delle condizioni *'in senso lato'* dell'ambiente.

Il settore delle *'biotecniche innovative'* sta conseguendo traguardi inimmaginabili grazie ai vorticosi progressi della *'biologia cellulare'* e, soprattutto, della *'genetica molecolare'*; progressi che contrassegnano una nuova era, la "nuova era biotecnologica" (*New Biotechnology Era*) equivalente a una vera e propria rivoluzione industriale (la quinta) caratterizzata da profonde implicazioni sociali,

¹⁶³ TRIPATHI C.K., TRIPATHI D., PRAVEEN V., BIHARI V.. (2007). Microbial diversity--biotechnological and industrial perspectives. Indian J Exp Biol. 2007 Apr;45(4), 326-32.

etiche, economiche e ambientali. Nell'ambito di questa quinta rivoluzione industriale, fra l'altro, tre fasi sono da segnalare:

- a) *molecular biology revolution* (rivoluzione biologica molecolare), iniziata negli anni '50 con la scoperta della struttura del DNA e caratterizzata dalla nascita e dallo sviluppo dell'ingegneria genetica;
- b) *genomic revolution* (rivoluzione genomica) (fine anni '80 – prima decade anno 2000), contraddistinta da un'intensa attività di sequenziamento del genoma di vari organismi;
- c) *convergence revolution* (rivoluzione convergente) (inizi 2000 – data odierna), basata su una integrazione tra le varie discipline, tra cui: biologia cellulare; biologia molecolare e quantistica; genomica; ingegneria; scienze fisiche e loro articolazioni, ecc..

Fra le tante applicazioni biotecniche si ricordano: *cis-genesi* (trasferimento di geni tra organismi della stessa specie o organismi sessualmente compatibili) e il *genome editing (GE)* ('*risrittura*' di segmenti di DNA) (cosiddette modificazioni genetiche di '*seconda generazione*'), da considerare un mezzo ancora più efficiente per ottenere rapidamente caratteri desiderati. Gli *organismi ottenuti non sono necessariamente transgenici*, ossia portatori di segmenti di DNA estranei alla specie ma sono *portatori di modificazioni limitate e specifiche del loro genoma*. Le tecniche di *editing genomico*, note anche come *Tecnologie di Evoluzione Assistita (TEA)*, si stanno rivelando di notevole valenza rivoluzionaria nel campo agronomico, grazie alla loro capacità di modificare in maniera mirata, precisa, efficiente, flessibile, veloce e relativamente poco costosa l'informazione genetica che controlla le caratteristiche di una pianta inducendo variazioni genetiche specifiche. Grazie alle TEA le conoscenze sulla diversità genetica e sui genomi delle piante coltivate possono essere utilizzate per recuperare varietà tradizionali utili come fonte di molecole "nutraceutiche". Le stesse tecniche possono essere utili anche nella zootecnia.

Il *GE* può essere un approccio molto promettente, fra l'altro, per una ottimizzazione della '*terapia genica*'; esso si basa sull'utilizzo di *nucleasi ingegnerizzate*; a oggi, la strategia più utilizzata è il *sistema CRISPR/Cas9*, da considerare una vera e propria "*foto segnaletica genetica*" che un batterio utilizza per ricordarsi dei virus che lo hanno attaccato in precedenza in modo da disattivarli in caso di nuova infezione; questo meccanismo funziona grazie a una '*guida a RNA*' che direziona l'attività di taglio del DNA virale da

parte di un enzima; tale sistema viene scoperto nel 1987¹⁶⁴; tuttavia, il suo potenziale applicativo viene realizzato solo nel 2012-2013; l'applicazione di questa scoperta sta permettendo, a oggi, fra l'altro, la correzione di 'segmenti di DNA codificanti polipeptide/i' ("geni") difettosi e la messa a punto di farmaci peculiari per la cura di una serie di malattie.

In particolare, tale biotecnica sta trovando applicazione nei seguenti settori:

- a) *agricoltura* (ottenimento di varietà più produttive senza *input* chimici, più resistenti ai patogeni e agli effetti dei cambiamenti climatici e quindi più sostenibili e con minore impatto ambientale; miglioramento della qualità nutrizionale dei prodotti; inserimento in una specie domestica di 'geni' vantaggiosi presenti nella relativa specie selvatica oppure, viceversa, da quella domestica a quella selvatica; quest'ultimo processo si concretizza in una vera e propria "domesticazione molecolare" delle specie selvatiche);
- b) *ricerca di base* [realizzazione di modelli animali per lo studio di malattie e di meccanismi fisiologici fondamentali, comprensione del ruolo di uno o più 'geni' attraverso l'induzione di mutazioni dello stesso (*genetica inversa*), ecc.];
- c) *terapia genica* (a esempio, nel *topo*: riduzione del tasso di colesterolo e cura della tirosinemia; nell'uomo: cura della beta-talassemia, ecc.);
- d) *sintesi di biocarburanti e farmaci*;
- e) *ambiente*.

Le strategie TEA, sebbene siano altamente specifiche, debbono comportare, necessariamente, notevoli e approfondite ricerche affinché si possa raggiungere un traguardo di rischio accettabile specialmente nell'ambito dell'utilizzazione di questa tecnica nel campo umano; a oggi, le principali problematiche sono rappresentate da:

- a) modificazioni genetiche non desiderate responsabili di una *variabilità genotipica e fenotipica tuttora non controllabile*; le 'nucleasi ingegnerizzate' possono

¹⁶⁴ ISHINO Y., SHINAGAWA H., MAKINO K., AMEMURA M. AND NAKATURA A.. (1987). Nucleotide sequence of the *iap* gene, responsible for alkaline phosphatase isoenzyme conversion in *Escherichia coli*, and identification of the gene product, *J. Bacteriol.*, 169, 5429-5433.

tagliare siti addizionali simili a quelli ‘bersaglio’ determinando ‘mutazioni non volute’, le quali si concretizzano nel cosiddetto effetto “*off target*” (“fuori bersaglio”);

- b) attivazione di elementi genetici mobili del DNA (*‘trasposoni’*), causa di riarrangiamenti del genoma.

Recentemente^{165,166}, è stato individuato una nuova tecnica di ingegneria genetica (*“bridge editing”*) che prescinde dall’uso di “forbici molecolari”; essa, infatti, si basa su un processo naturale, quello della ricombinazione genica e impiega una *ricombinasi* particolare codificata da sequenze di inserzione IS110, una famiglia di elementi genetici mobili e autonomi; tali sequenze esprimono anche un RNA non codificante proteina in grado di funzionare da ponte tra la sequenza donatrice IS110 e quella bersaglio; questo “Rna-ponte”, infatti, si ripiega in due anelli: uno legato alla sequenza di Dna da inserire e l’altro al punto in cui effettuare l’inserzione. Entrambi gli anelli sono programmabili in maniera indipendente, funzionando come una sorta di ‘adattatore’ molecolare universale. Tale tecnica è stata testata in *E. coli*, ove ha dimostrato un’efficienza del 60% e ha riconosciuto la corretta posizione genomica in cui fare la modifica in oltre il 94% dei casi. Tuttavia, saranno necessarie ulteriori ricerche per valutare se questo metodo è fattibile e sicuro in diverse specie e in diversi tipi di cellule, comprese quelle dei mammiferi.

Come si pone la legislazione di fronte alle nuove tecniche di ingegneria genetica diverse dalla transgenesi?

A oggi, l’applicazione del sistema CRISPR-CAS9 sta producendo un vero e proprio ‘*tzunami*’, caratterizzato da: controversie brevettuali, un acceso dibattito etico e normativo, la richiesta di una moratoria internazionale sull’uso della tecnica su embrioni umani, il coinvolgimento delle industrie sementiere.

A esempio, negli Stati Uniti i prodotti TEA sono esentati dalla normativa OGM (e quindi sono considerati alla stregua di una qualsiasi varietà convenzionale) se i loro genomi presentano delezioni di qualsiasi dimensione, sostituzioni mirate di singole lettere del DNA o introduzione di nuovo materiale genetico proveniente esclusivamente da sessualmente compatibili (cisgenesi).

¹⁶⁵ DURRANT M.G., PERRY N.T., PAI J.J. *et al.* (2024). Bridge RNAs direct programmable recombination of target and donor DNA. *Nature* 630, 984–993. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07552-4>

¹⁶⁶ HIRAIZUMI M., PERRY N.T., DURRANT M.G. *et al.* (2024). Structural mechanism of bridge RNA-guided recombination. *Nature* 630, 994–1002. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07570-2>

A livello europeo, il Parlamento di Strasburgo, nel febbraio 2024, ha dato il suo parere favorevole a un testo che propone di escludere le TEA, dalla normativa sugli Organismi Geneticamente Modificati (Ogm) alla quale, a oggi, tali tecniche sono assimilate. Tale nuova proposta dovrà essere valutata dal Consiglio dell'Unione Europea per il voto finale. Trattasi di un passo importante in quanto viene riconosciuta l'inadeguatezza della normativa OGM per la TEA e quindi la necessità di provvedere a un nuovo quadro normativo.

In merito al GE e all'applicazione del sistema CRISPR-CAS9 in campo umano, il Comitato Nazionale per la Bioetica così si esprime: *«si dichiara favorevole alla sperimentazione 'in vitro' e animale in accordo con i regolamenti internazionali; ritiene eticamente auspicabile un incremento della ricerca sulle cellule somatiche; ritiene non ammissibile la sperimentazione su gameti destinati al concepimento e su embrioni umani destinati all'impianto auspicando l'opportunità della moratoria sulla ricerca clinica o 'in vitro' finché la ricerca non provi l'efficacia e la sicurezza della tecnica; esprime visioni non concordi sulla sperimentazione su gameti non destinati alla riproduzione e su embrioni non destinati all'impianto».*

Alla luce di quanto detto, *l'appropriato uso di queste metodiche dipenderà da un'attenta regolamentazione a livello internazionale e dalla risoluzione di alcune problematiche insite nella metodica stessa.*

5.1.3. Motivazione ecosistemica

«La Terra non appartiene all'uomo; è l'uomo che appartiene alla Terra»

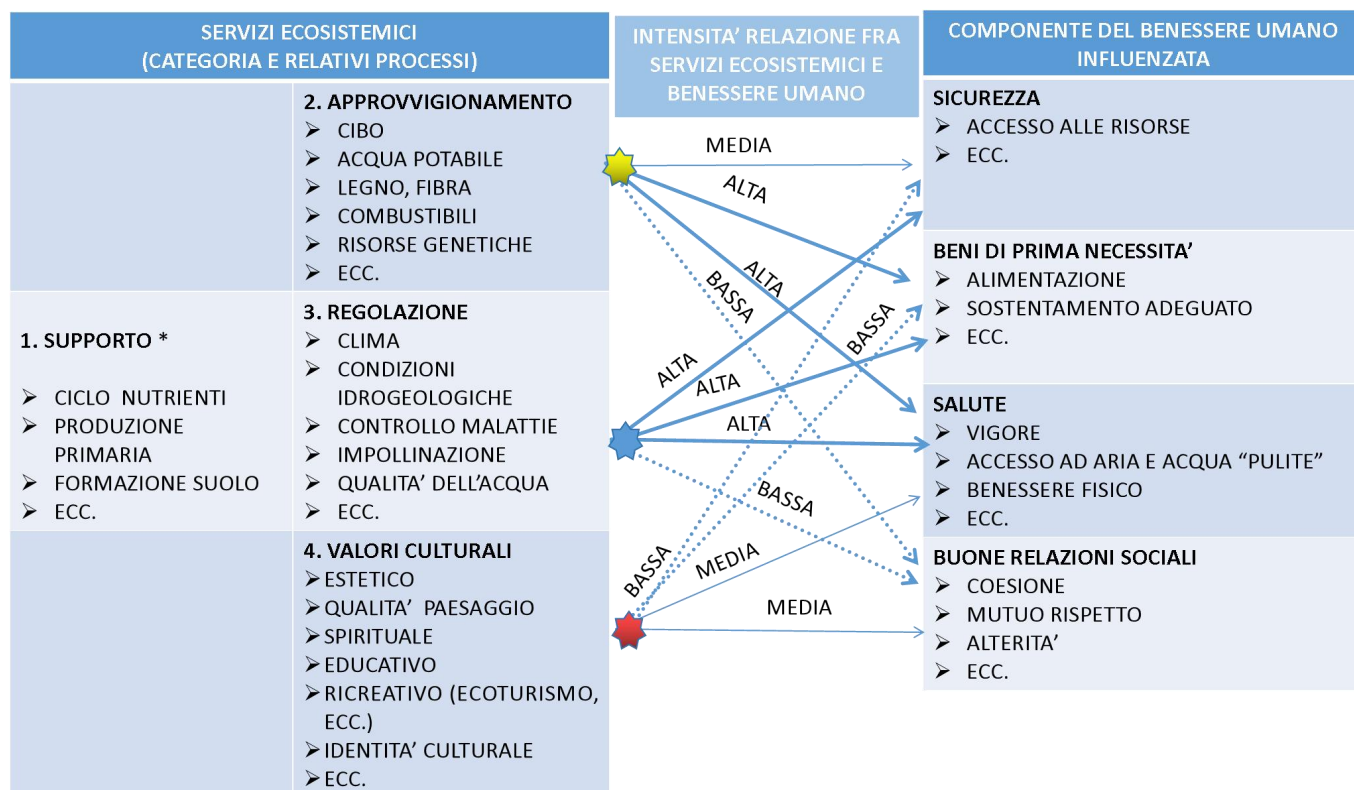
(Chief Seattle, c. 1786 – 1866)

La *biodiversità* è essenziale per il funzionamento degli ecosistemi e per sostenere i *servizi ecosistemici*¹⁶⁷.

La strategia dei “*servizi dell'ecosistema*” si concretizza nel quantificare il *capitale naturale* e nel considerare il suo uso come un “*servizio*” finalizzato al raggiungimento del *benessere fisico, psichico e sociale dell'essere umano*. Lo **schema1** riporta la relazione esistente tra le varie categorie di servizi ecosistemici e il suddetto benessere.

¹⁶⁷ Il concetto di servizio ecosistemico è stato coniato da Ehrlich P.R. e Ehrlich A. nel 1970 e largamente divulgato da Daily G.C. nel 1997.

Schema 1. Relazione fra le categorie di servizi ecosistemici e benessere umano (MEA, modificato)¹⁶⁸.



*I servizi di supporto rappresentano la base per le altre 3 categorie di servizi ecosistemici.

Un esempio di servizi ecosistemici forniti dalla risorsa zootecnica è offerto dall'*allevamento semi-estensivo e transumante* di tipi genetici bovini (a esempio Podolica, oggi BovGRAI, diffuso in Basilicata, Calabria, Campania, Molise e Puglia), ovi-caprini, suini, ecc.; la *transumanza*, infatti, contribuisce ai seguenti *servizi*: ottenimento di prodotti locali (carne, latte e loro derivati, uova, ecc.), conservazione del paesaggio, mantenimento dell'edilizia rurale, assetto del "*bioterritorio*", conservazione della *biodiversità* animale e vegetale, servizi turistici, servizi culturali.¹⁶⁹ Trattasi, pertanto, anche di una pratica zootecnica funzionale al *presidio dei bioterritori*, soprattutto alpini e appenninici, alla loro valorizzazione, al ripristino delle connessioni ecologiche e alla conservazione delle tradizioni

¹⁶⁸ Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.

¹⁶⁹ ACCADEMIA DEI GEORGOFILI - Comitato Consultivo "Allevamenti e prodotti animali", Documento per audizione presso la Commissione Agricoltura e produzione agroalimentare del Senato della Repubblica "Allevamenti, sostenibilità ambientale e cambiamenti climatici".

locali¹⁷⁰. Un pascolo, se ben gestito con la *transumanza*, grazie alla densità e alla qualità vegetale dello strato erboso, ostacola lo scorrimento di masse nevose e i rischi di dissesto idro-geologico¹⁷¹. Inoltre, come riportato da Negrini R. e Battaglini M.¹⁷², la *transumanza* ha contribuito ad arricchire l'eccezionale patrimonio di biodiversità caratterizzante la zootecnia del nostro Paese; a esempio, il flusso genico tra razze e popolazioni attigue scambiato durante le migrazioni stagionali avrebbe fornito un interessante contributo nel plasmare la variabilità genetica soprattutto dei tipi genetici caprini originari delle regioni meridionali.

Per approfondimenti in merito ai vari aspetti (archeologici, storici, culturali, ecc.) della *transumanza*, si rimanda agli Atti del Convegno “*Ripensare la transumanza*”, organizzato dall'Accademia dei Georgofili, dall'Università del Molise e dall'AIA il 27 ottobre 2022 nella tenuta presidenziale di Castelporziano (Rm).

Inoltre, a testimonianza dell'interesse nei confronti di questo sistema di allevamento si ricorda il progetto in corso *BioTransu* “*Azioni e attività correlate o propedeutiche al funzionamento della Biobanca regionale, degli itinerari della transumanza e della Rete della Biodiversità di interesse agrario, alimentare e delle risorse genetiche microbiche*” (L. n. 194/2015).

Ogni agroecosistema è caratterizzato, nel suo funzionamento, da una serie di livelli di controllo che scaturiscono da una molteplicità di fattori *antropo-bio-geo-pedo-fisico-chimico-climatici*. E' ormai acclarato che tra questi fattori, la quantità e la qualità di diversificazione animale, fungina, microbica e vegetale giocano un ruolo determinante. Infatti, la *biodiversità agro-ecosistemica* fornisce una serie di funzioni ecologiche importanti, tra cui: il riciclaggio dei nutrienti, la gestione del microclima, la regolazione del processo idrico locale, la soppressione delle specie indesiderate, la decontaminazione chimica. Pertanto, la sostenibilità dei processi di rinnovamento e dei

¹⁷⁰ BONELLA G.. (2023). Premessa al volume “Ripensare la transumanza”, Supplemento a «I Georgofili. Atti della Accademia dei Georgofili» Anno 2022 - Serie VIII - Vol. 19 (198° dall'inizio), Società Editrice Fiorentina.

¹⁷¹ GELLRICH M., BAUR P., KOCH B., ZIMMERMANN N.E.. (2007). Agricultural land abandonment and natural forest re-growth in the Swiss mountains: a spatially explicit economic analysis, *Agri. Ecosyst. Environ.*, 118 (1-4), 93-108.

¹⁷² NEGRINI R. e BATTAGLINI M.. (2023). La biodiversità della transumanza. In: “Ripensare la transumanza”, Supplemento a «I Georgofili. Atti della Accademia dei Georgofili» Anno 2022 - Serie VIII - Vol. 19 (198° dall'inizio), Società Editrice Fiorentina, pp. 29-51.

servizi ecologici mediati dalla *biodiversità* dipende dalla preservazione dell'integrità biologica e della variabilità agro-ecosistemica¹⁷³.

Numerosi studi rivelano che sono i caratteri funzionali degli organismi, piuttosto che la diversità tassonomica a influenzare la dinamica di un agroecosistema¹⁷⁴. Pertanto, al fine di intraprendere studi meccanicistici sulla resilienza degli ecosistemi, la “*diversità funzionale*” risulterebbe essere l'indice più significativo¹⁷⁵. La “*diversità funzionale*” è quella componente della biodiversità che include l'ampia gamma di attività metaboliche, nonché quei caratteri organismici che influenzano uno o più aspetti del funzionamento di un ecosistema.

Essa è di grande importanza ecologica in quanto valuta l'effetto della biodiversità su: dinamica, stabilità, disponibilità di nutrienti, produttività, nonché altri aspetti funzionali di un ecosistema¹⁷⁶. La *diversità funzionale* di una comunità può essere, a sua volta, misurata attraverso 2 indici: *ricchezza funzionale* e *uniformità funzionale*¹⁷⁷. Il primo si riferisce al numero di specie che abitano una particolare nicchia mentre il secondo rivela quanto uniformemente le specie presenti siano distribuite. La diminuzione della *ricchezza funzionale* e dell'*uniformità* riduce la produttività e la stabilità dell'ecosistema.

La *ricchezza delle specie* e la *ricchezza funzionale* sono intrinsecamente legate.

L'*uniformità funzionale* indica quanto l'efficienza della distribuzione della biomassa di una comunità permetta un utilizzo efficace dell'intera gamma di risorse disponibili in un particolare ecosistema. Una minore uniformità funzionale significa che alcune aree dello spazio di nicchia sono sottoutilizzate, il che si traduce in una diminuzione della produttività e della stabilità¹⁷⁸. Infatti, in un ecosistema uniforme, se alcuni individui con un carattere particolare

¹⁷³ MALIK J. A., WANI K.A.. Role of Biodiversity in Ecological Sustainability: An Ecoagricultural Perspective. *Inventum Biologicum*, 2021, Vol. 1, Issue 1, pp. 1-8.

¹⁷⁴ DIAZ S. e CABIDO M.. (2001). Vive la différence: Plant Functional Diversity Matters to Ecosystem Processes. *Trends in Ecology and Evolution*, 16, 646-655.

¹⁷⁵ TILMAN D.. (2013). Functional Diversity. *Encyclopedia of Biodiversity Second Edition* Editor-in-Chief: Simon A Levin, 587-596.

¹⁷⁶ TILMAN D.. (1999). The Ecological Consequences of Changes in Biodiversity: A Search for General Principles. *Ecology*, 80, 1455-1474.

¹⁷⁷ MASON N.W.H., MOUILLOT D., LEE W.G. AND WILSON J.B.. (2005). Functional Richness, Functional Evenness and Functional Divergence: The Primary Components of Functional Diversity. *Oikos*, 111, 112-118.

¹⁷⁸ MASON N.W.H., MOUILLOT D., LEE W.G. AND WILSON J.B.. (2005). Functional Richness, Functional Evenness and Functional Divergence: The Primary Components of Functional Diversity. *Op. Cit.*.

vengono persi in presenza di stress, gli altri con la caratteristica simile sostituiscono l'espressione fenotipica perduta. Al contrario, in un ecosistema disomogeneo alcune espressioni fenotipiche funzionali sono portate da un numero elevato di soggetti mentre altri caratteri sono meno frequenti; pertanto, la pressione selettiva naturale esercita un effetto negativo sui caratteri funzionali meno numerosi¹⁷⁹.

Inoltre, un'elevata *diversità funzionale* è legata a un'ampia occupazione di spazio di nicchia; pertanto, tale indicatore può implicare una protezione contro le invasioni di specie esotiche e/o l'aggiunta di nuovi gruppi funzionali. In linea con ciò, è stato riscontrato che comunità batteriche del suolo *funzionalmente diverse* sono più resistenti all'invasione di specie alloctone¹⁸⁰.

Nell'ambito delle pratiche agronomiche, la *monocoltura* rientra in un gruppo che rappresenta un singolo carattere funzionale mentre la *policoltura* viene solitamente campionate da un *pool* di specie che rappresentano più caratteri funzionali¹⁸¹. La monocoltura, pur comportando una riduzione dei costi di investimento e di gestione, presenta numerosi svantaggi tra cui: riduzione delle rese nel tempo, maggiore suscettibilità ai patogeni, onerosa gestione delle erbe infestanti, degradazione del suolo, perdita di acqua nei periodi senza coltura. Il sistema policolturale (rotazione, consociazione, ecc.) comporta minori *input* di fitoparassitari e quindi maggiore sostenibilità ambientale, effetti chimico-fisico-biologici positivi sul suolo, anche se richiedono impegno costante, elevata professionalità e una dotazione di attrezzature diversificate. Aziende zootecniche del Nord utilizzano il prato per interrompere la monocoltura di mais nelle rotazioni agrarie. Il disciplinare di produzione del Parmigiano Reggiano prevede, tra i foraggi ammessi per l'alimentazione delle bovine, quelli freschi ottenuti da prati naturali, da prati stabili polifiti e da prati di erba medica e trifoglio, senza l'uso di foraggio insilato o fermentato.

¹⁷⁹ GOSWAMI M. , BHATTACHARYYA P. , MUKHERJEE I. and TRIBEDI P.. (2017). Functional Diversity: An Important Measure of Ecosystem Functioning. *Advances in Microbiology*, 7, 82-93.

¹⁸⁰ EISENHAUER N., SCHULZ W., SCHEUTEFAN S.E JOUSSET A.. (2013). Niche dimensionality links biodiversity and invasibility of microbial communities. *Functional Ecology*, 27, 282–288.

¹⁸¹ NAEEM S.. (2002). Disentangling the Impacts of Diversity on Ecosystem Functioning in Combinatorial Experiments. *Ecology*, 83, 2925-2935.

Una particolare pratica agronomica sostenibile basata sull'impiego di sistemi policolturali, è l' "*agricoltura conservativa*"¹⁸², nota anche come "*agricoltura blu*"¹⁸³, i cui pilastri fondamentali sono¹⁸⁴:

- a) disturbo minimo del suolo (semina su sodo o lavorazione minima del suolo);
- b) copertura permanente del suolo (colture di copertura o *cover crops*, residui o pacciamatura vegetale);
- c) avvicendamenti colturali o rotazioni diversificate per il controllo delle erbe infestanti e per migliorare la fertilità e la *biodiversità* del suolo .

Nell'ambito dell'innovazione della gestione agronomica dei sistemi colturali vi è l'utilizzo di *biostimolanti* di natura *organica* (estratti di alghe, piante, o derivati da matrici vegetali e/o animali o microorganismi come funghi o batteri) o *inorganica* (a esempio, silicio o selenio) per la riduzione dell'impiego dei fertilizzanti e delle perdite dei nutrienti nel suolo.

Una estensione dell' "*agricoltura conservativa*" può essere considerata l' "*agricoltura rigenerativa*". Essa non ha trovato ancora una definizione condivisa nella Comunità scientifica ma trattasi di un approccio *agroecologico* che, pur rispettando la struttura e la fertilità suolo, non pone limitazioni all'uso di innovazioni tecniche e biotecniche e supporta la re-integrazione dell'allevamento come fattore chiave. Trattasi, pertanto, di un nuovo criterio, dinamico nel tempo e nello spazio, che fonde la responsabilità ambientale e sociale con l'obiettivo della produttività, mirante soprattutto allo stoccaggio del carbonio e alla valorizzazione della *biodiversità*. Reyneri A.¹⁸⁵ ha definito questa opzione di agricoltura

¹⁸² Le tecniche di *agricoltura conservativa* sono state sviluppate negli anni '30 negli Stati Uniti d'America, sia per ragioni ecologiche sia per frenare la rapida perdita di fertilità delle vaste praterie nordamericane, che negli anni sessanta stava mettendo a repentaglio il primato di esportatore mondiale di cereali. La vera espansione a livello mondiale dell'*agricoltura conservativa* è avvenuta a cavallo tra XX e XXI secolo in paesi dell'America meridionale con economia essenzialmente agricola, ove il protrarsi di bassi prezzi dei cereali associato alla mancanza di sovvenzioni a favore degli agricoltori, hanno stimolato alla ricerca di nuove tecnologie, più produttive ma meno costose e, nel contempo, in grado di preservare negli anni la fertilità dei suoli, loro unica fonte di reddito (https://it.wikipedia.org/wiki/Agricoltura_conservativa).

¹⁸³ L'aggettivo nasce con l'intento di evidenziare il contributo dell' "*agricoltura conservativa*" alla tutela dell'acqua.

¹⁸⁴ LEOGRANDE R.. (2022). *Agricoltura conservativa: un modo sostenibile per salvaguardare le risorse naturali*. Agrifoglio, 108, marzo-aprile.

¹⁸⁵ Convegno congiunto Accademia dei Georgofili - Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL "Agricoltura rigenerativa la salute del suolo per l'intensificazione sostenibile", Roma, 21 febbraio 2024.

«un'espressione aggiornata di un'agricoltura integrata che riprende l'approccio olistico dell'agricoltura biologica, senza introdurre limiti a priori all'adozione di innovazioni tecniche nel settore della nutrizione (fertilizzanti, biostimolanti di sintesi) e della difesa (prodotti fitosanitari di sintesi) o di tecniche di miglioramento genetico (Ogm, Tea, ecc.), incorporando gli obiettivi della carbon farming ma in una visione più vicina alle esigenze espresse dalla società e dal mercato».

Il concetto che la diversità possa migliorare il funzionamento di alcuni tipi di comunità è nota anche come “*ipotesi dell'assicurazione*” (*Insurance Hypothesis*)¹⁸⁶, secondo la quale l'aumento di biodiversità protegge gli ecosistemi, specialmente gli agroecosistemi, dai danni prodotti da variazioni dell'ambiente in quanto la riduzione del numero e delle funzioni di alcune specie può essere compensata, almeno parzialmente, da un declino inferiore o da un aumento del numero o delle prestazioni funzionali di altre.

Negli agroecosistemi, un'elevata *diversità funzionale* può garantire una complementarità funzionale (*functional niche complementarity*)¹⁸⁷. Tale complementarità influenza positivamente la produttività di un agroecosistema qualora le specie che lo popolano utilizzino risorse differenti in maniera completa. Infatti, come già detto, la *diversità funzionale* ha un grande significato di efficienza “*biologica*” nel senso di utilizzare meglio le risorse dell'ambiente in cui la popolazione vive. A esempio, nell'alpeggio le risorse pabulari vengono utilizzate in maniera completa da camosci, stambecchi e bovini; infatti, nella distribuzione spaziale altitudinale delle specie pascolative durante la stagione estiva, il camoscio tende a utilizzare le risorse arbustive in crescita (germogli), lo stambecco le risorse erbacee e il bovino, a causa della massa corporea, tende a utilizzare il pascolo erbaceo delle zone meno declive e/o pianeggianti. Il bovino, grazie al pascolamento, favorisce la ricrescita delle risorse erbacee, garantendo una disponibilità di risorse alimentari per la successiva stagione autunnale¹⁸⁸. Pertanto, *l'allevamento estensivo se gestito*

¹⁸⁶ L'*ipotesi dell'assicurazione* è stata introdotta da Yachi e Loreau nel 1999 (Yachi S. & Loreau M., Biodiversity and ecosystem productivity in a fluctuating environment: the insurance hypothesis, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 96, 1999, 1463–1468).

¹⁸⁷ GAGIC V., BARTOMEUS I., JONSSON T., TAYLOR A., WINQVIST C., FISCHER C., SLADE E.M., STEFFAN-DEWENTER I., EMMERSON M., POTTS S.G., TSCHARNTKE T., WEISSER W., BOMMARCO R.. (2015). Functional identity and diversity of animals predict ecosystem functioning better than species-based indices. *Proc Biol Sci.*, (Feb 22), 282 (1801).

¹⁸⁸ MATASSINO D.. (1978). Il miglioramento genetico degli animali in produzione zootecnica. *Eserc. Accad. Agr. di Pesaro, Serie III*, 9, 33.

correttamente, rappresenta uno strumento in grado di concorrere alla regolazione dei “servizi ecosistemici”. Esso, infatti contribuisce anche alla preservazione della biodiversità del suolo, nonché dell’entomofauna (a esempio gli insetti detritivori) e dell’avifauna, strettamente collegate fra di loro. Inoltre, il mancato utilizzo dei pascoli favorirebbe lo sviluppo della cosiddetta “*boscaglia*”, che rappresenta un importante rischio di incendi¹⁸⁹. Altro aspetto importante dell’alimentazione degli animali al pascolo è quello di contribuire al miglioramento delle proprietà *nutraceutiche* dei prodotti lattiero-caseari e della carne e suoi derivati. L’ingestione di foraggio fresco comporta una maggiore presenza, nel latte e suoi derivati di alcune vitamine (a esempio beta-carotene), di acidi grassi polinsaturi (PUFA), tra cui linoleico e α -linolenico, di omega-3 e di isomeri coniugati dell’acido linoleico (CLA).

Un sistema foraggero misto basato sull’impiego di un pascolamento gestito razionalmente, erbaio, prato poliennale, foraggi arborei e arbustivi contribuirebbe alla realizzazione di un’efficiente “*catena di pascolamento*”; quest’ultima prevede un utilizzo sequenziale e integrato delle risorse foraggere aziendali e territoriali in ogni periodo dell’anno in modo da differenziare il regime alimentare degli animali secondo la produzione foraggera stagionale e la fase fisiologica dell’animale stesso. In sintesi, una “*catena di pascolamento*” consentirebbe:

- a) all’erbivoro l’espressione della sua vocazione al pascolo garantendo massimo benessere animale e ruminale;
- b) un’alimentazione animale più sostenibile per l’ambiente;
- c) produzioni qualitativamente migliori per l’uomo;
- d) tutela della *biodiversità* e del paesaggio;
- e) diversificazione colturale;
- f) reintegro della fertilità del suolo grazie alle foraggere poliennali.

Un esempio di catena di pascolamento in val Cecina (Toscana) è descritta da Pisseri F.¹⁹⁰; essa include:

MATASSINO D.. (2005). Ambiente e biodiversità. Atti Conferenza annuale International Court of the Environment Foundation (ICEF) - Accademia dei Lincei su: ‘Le nuove tecnologie a protezione dell’ambiente’, Roma 1 luglio 2004. Istituto italiano di Bioetica (www.istitutobioetica.org; link: bioetica ambientale). Sito internet CNR – CERIS (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto della ricerca e della cultura scientifica): www2.ceris.cnr.it/bioetica/Forum.html.

¹⁸⁹ RONCHI B.. (2018). Attività zootecniche: tutela di ambiente, economia, cultura. Carni sostenibili, 15 ottobre.

¹⁹⁰ PISSERI F.. (2021). Miglioramento della autosufficienza aziendale e della qualità delle produzioni tramite la catena di pascolamento. Convegno “Gestione agroecologica della catena di

- a) pascoli erbacei in zona alta (medicaio e cecio) e in zona bassa (miglio e lenticchia) gestiti con il metodo del pascolo razionale turnato per 5-6 mesi l'anno;
- b) pascolo in bosco di fiume (pioppo, salice, carpino, acero, frassino) e in bosco alto (leccio) per 6 mesi l'anno.

Nel primo anno si rendono gli animali liberi di ripulire il sottobosco, dal secondo anno si effettuano turnazioni per macro-aree in modo da non disturbare il rinnovo della vegetazione.

Si rimanda a Iannelli P.¹⁹¹ per una disamina su:

- a) importanza e ruolo che specie erbacee, arbustive e arboree, sia coltivate che spontanee, svolgono nell'alimentazione degli *animali autoctoni*;
- b) integrazione “*pianura-montagna*” per il raggiungimento di dinamici equilibri produttivi e di tutela del “*bioterritorio*”;
- c) modelli di sviluppo, specialmente zootecnico, di aziende pubbliche e private.

Per i possibili fattori di rischio per la perdita di *biodiversità*, con particolare riferimento a quella della fauna, della flora e del microbismo del suolo (metagenoma) derivanti dall'uso agricolo delle piante transgeniche, si rimanda a Matassino D.¹⁹², il quale riassume i risultati della pubblicazione, nel 2003, da parte della *Royal Society* britannica, di 8 lavori¹⁹³ che riportano i dati di uno studio comparativo

pascolamento in un allevamento di ruminanti”, 18 -20 ottobre 2021. PSR 2014-2020 Regione del Veneto – TI 2.3.1 – Formazione dei consulenti.

¹⁹¹ IANNELLI P.. (1990). Utilizzazione dei pascoli nella tutela e nella valorizzazione del territorio Atti I Conv. su ‘L'allevamento del bovino Podolico nel Mezzogiorno d'Italia’. Acerno (SA), 6-8 giugno 1986, Ed. CNR – I.A.B.B.A.M., Napoli, 125-156.

¹⁹² MATASSINO D.. (2023). Ambiente e biodiversità. *Lectio magistralis ICEF (International Court of the Environment Foundation)* - Accademia dei Lincei, Conferenza annuale su: “Nuove tecnologie a protezione dell'ambiente” Roma 1 luglio 2004. In: “Risorsa Paesaggio rurale verso una nuova ecologia degli spazi rurali”, a cura di C. Nardone, Futuridea e Regione Campania. Istituto italiano di Bioetica (www.istitutobioetica.org; link: bioetica ambientale). Sito internet CNR – CERIS (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto della ricerca e della cultura scientifica): www2.ceris.cnr.it/bioetica/Forum.html.

¹⁹³ SQUIRE, G.R., BROOKS, D.R., BOHAN, D.A., CHAMPION, G.T., DANIELS, R.E., HAUGHTON, A.J., HAWES, C., HEARD, M.S., HILL, M.O., MAY, M.J., OSBORNE, J.L., PERRY, J.N., ROY, D.B., WOIWOD, I.P. e FIRBANK, L.G.. (2003). On the rationale and interpretation of the Farm Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. *Phil. Trans. R. Soc. Lond., Series B*, 358, 1779.

ROY, D.B., BOHAN, D.A., HAUGHTON, A.J., HILL, M.O., OSBORNE, J.L., CLARK, S.J., PERRY, J.N., ROTHERY, P., SCOTT, R.J., BROOKS, D.R., CHAMPION, G.T., HAWES, C., HEARD, M.S., FIRBANK, L.G. (2003). Invertebrate and vegetation of field margins adjacent to crops subject to contrasting herbicide regimes in the farm Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. *Phil. Trans. R. Soc. Lond., Series B*, 358, 1879.

avente lo scopo di valutare le differenze di impatto tra colture ‘*transgeniche*’ resistenti agli erbicidi e colture ‘*convenzionali*’ su alcuni parametri agronomici relativi alle piante infestanti e sulla biodiversità della fauna a esse associata. La ricerca, avviata agli inizi dell’anno 2000, ha interessato le seguenti colture transgeniche: la barbabietola (*Beta vulgaris L.*) resistente al glifosate, la colza da olio (*Brassica napus L.*) (varietà primaverile-estiva) e il mais (*Zea mais L.*) resistenti al glufosinate.

HAUGHTON, A.J., CHAMPION, G.T., HAWES, C., HEARD, M.S., BROOKS, D.R., BOHAN, D.A., CLARK, S.J., DEWAR, A.M., FIRBANK, L.G., OSBORNE, J.L., PERRY, J.N., ROTHERY, P., ROY, D.B., SCOTT, R.J., WOIWOD, I.P., BIRCHALL, C., SKELLERN, M.P., WALKER, J.H., BAKER, P., BROWNE, E.L., DEWAR, A.J.G., GARNER, B.H., HAYLOCK, L.A., HORNE, S.L., MASON, N.S., SANDS, R.J.N., WALKER, M.J. (2003). Invertebrate responses to the management of genetically modified herbicide-tolerant and conventional spring crops. II. Within-field epigeal and aerial arthropods. Phil. Trans. R. Soc. Lond., Series B, 358,1863.

HAWES, C., HAUGHTON, A.J., OSBORNE, J.L., ROY, D.B., CLARK, S.J., PERRY, J.N., ROTHERY, P., BOHAN, D.A., BROOKS, D.R., CHAMPION, G.T., DEWAR, A.M., HEARD, M.S., WOIWOD, I.P., DANIELS, R.E., YOUNG, M.W., PARISH A.M., SCOTT, R.J., FIRBANK, L.G., SQUIRE, G.R. (2003). Responses of plants and invertebrate trophic groups to contrasting herbicide regimes in the Farm Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. Phil. Trans. R. Soc. Lond., Series B, 358,1899.

HEARD, M.S., HAWES, C., CHAMPION, G.T., CLARK, S.J., FIRBANK, L.G., HAUGHTON, A.J., PARISH, A.M., PERRY, J.N., ROTHERY, P., SCOTT, R.J., SKELLERN, M.P., SQUIRE, G.R., HILL, M.O. (2003). Weeds in fields with contrasting conventional and genetically modified herbicide-tolerant crops. I. Effects on abundance and diversity. Phil. Trans. R. Soc. Lond., Series B, 358, 1819.

HEARD, M.S., HAWES, C., CHAMPION, G.T., CLARK, S.J., FIRBANK, L.G., HAUGHTON, A.J., PARISH, A.M., PERRY, J.N., ROTHERY, P., SCOTT, R.J., SKELLERN, M.P., SQUIRE, G.R., HILL, M.O. (2003). Weeds in fields with contrasting conventional and genetically modified herbicide-tolerant crops. II. Effects on individual species. Phil. Trans. R. Soc. Lond., Series B, 358, 1833.

CHAMPION, G.T., MAY, M.J., BENNET, S., BROOKS, D.R., DANIELS, R.E., FIRBANK, L.G., HAUGHTON, A.J., HAWES, C., HEARD, M.S., PERRY, J.N., RANDLE, Z., ROSSALL, P., ROTHERY, P., SKELLERN, M.P., SCOTT, R.J., SQUIRE, G.R., THOMAS, M.R. (2003). Crop management and agronomic context of the Farm Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. Phil. Trans. R. Soc. Lond., Series B, 358, 1801.

BROOKS, D.R., BOHAN, D.A., CHAMPION, G.T., HAUGHTON, A.J., HAWES, C., HEARD, M.S., CLARK, S.J., DEWAR, A.M., FIRBANK, L.G., PERRY, J.N., ROTHERY, P., SCOTT, R.J., WOIWOD, I.P., BIRCHALL, C., SKELLERN, M.P., WALKER, J.H., BAKER, P., BELL, D., BROWNE, E.L., DEWAR, A.J.G., FAIRFAX, C.M., GARNER, B.H., HAYLOCK, L.A., HORNE, S.L., HULMES, S.E., MASON, N.S., NORTON, L.R., NUTTALL, P., RANDLE, Z., ROSSALL, M.J., SANDS, R.J.N., SINGER, E.J., WALKER, M.J. (2003). Invertebrate responses to the management of genetically modified herbicide-tolerant and conventional spring crops. I. Soil-surface-active invertebrates. Phil. Trans. R. Soc. Lond., Series B, 358, 1847.

Il glifosate può avere impatti negativi sulla biodiversità, sia a breve che a lungo termine sia in modo diretto che indiretto. L'uso dei prodotti a base di tale erbicida si ripercuote negativamente sulla fauna minore, a esempio sulle popolazioni di carabidi che hanno uno stretto rapporto con il suolo e con la qualità della copertura erbacea¹⁹⁴. Dati ISPRA¹⁹⁵ hanno rilevato concentrazioni superiori ai limiti ambientali di alcuni erbicidi e tra essi figurano il glifosate e il suo metabolita AMPA; la positività ha interessato oltre il 30% sul totale dei rilievi effettuati a livello di acque superficiali, e poco più del 5% di acque sotterranee.

5.1.3.1. DNA ambientale

Nel contesto degli studi sulla *diversità ecosistemica*, merita un cenno particolare l'*analisi del DNA ambientale (environmental DNA)* rilasciato dagli organismi nel suolo, nell'acqua e nell'aria al fine di identificare geneticamente l'insieme delle specie che popolano un determinato *habitat*. Questo DNA permetterebbe di *monitorare anche il profilo della biodiversità*, quindi di seguire la sua dinamica variazione; il cambiamento, nel tempo e nello spazio, può consentire di individuare modelli ottimali di gestione della informazione genetica allo scopo di mettere a punto strumenti interventistici in grado di aumentare le informazioni utili a migliorare la '*salute*' dell'ecosistema (specialmente ag interessato e quindi di un "*bioterritorio*". L'*utilità operativa della conoscenza dinamica, temporalmente e spazialmente, del DNA ambientale* costituisce uno *strumento insostituibile* per ricavare informazioni integrative e nuove rispetto a quelle ottenibili dal singolo individuo quale componente di un *ecosistema*.

Il *DNA ambientale* rappresenta uno strumento oggi molto utilizzato per studiare la '*biodiversità*' di vari *habitat*. In particolare, la conoscenza di tale DNA potrebbe contribuire notevolmente a individuare percorsi operativi utili per¹⁹⁶:

¹⁹⁴ ALTIERI G.. (2014). Cibus in primis. Nuove direzioni, n. 2, maggio, 42-47; TAFFETANI B.. (2013). Roundup e difetti di nascita: si nasconde la verità. <http://www.veramente.org/wp/?p=12008>.

¹⁹⁵ ISPRA. (2022). Rapporto nazionale pesticidi nelle acque. Dati 2019-2020.

¹⁹⁶ MANDRIOLI M.. (2017). Il DNA ambientale: un nuovo strumento molecolare per il monitoraggio della biodiversità presente e passata. Quaderni del Museo Civico di Storia Naturale di Ferrara, Vol. 5, pp. 113-121.

- a) *monitorare* i flussi stagionali dei pesci, con particolare riferimento ai sistemi fluviali e lacustri per una razionalizzazione della loro pesca;
- b) individuazione di specie aliene o invasive;
- c) *incrementare* la conoscenza sia genetica che epigenetica dei microorganismi che vivono nel suolo (*metagenoma*), nonché dei rapporti esistenti all'interfaccia tra le radici e il suolo (*rizosfera*); tale conoscenza favorirebbe la programmazione e l'intervento di un' *'agricoltura di precisione'* per migliorare, a esempio, la simbiosi tra ceppi batterici e apparato radicale in funzione del tipo di suolo al fine di sopperire a carenze di quest'ultimo senza l'impiego di prodotti fitosanitari di sintesi.

5.1.3.2. DNA virale

Non meno importante risulta essere lo studio della *biodiversità virale*.

Infatti, nonostante la capacità di determinare danni ingenti alle colture, ai virus (costituenti nel loro insieme la *virosfera*) si riconosce anche *un ruolo essenziale negli ecosistemi e nel mantenimento dell'equilibrio tra differenti microrganismi ed esseri viventi in generale*. Pertanto, la nuova sfida per la virologia in campo vegetale è rappresentata dall'avanzamento delle conoscenze sulla *biodiversità virale* per poter prevenire le epidemie e per sfruttare il potenziale positivo dei virus in campo ambientale e biotecnologico. Il sequenziamento ad alta prestazione (*high-throughput sequencing*, HTS) è in grado di identificare potenzialmente i virus che infettano una determinata pianta in determinate condizioni, senza alcuna conoscenza pregressa dell'agente/i infettante/i. Le informazioni ottenute permettono di analizzare struttura, ecologia ed evoluzione della popolazione virale, o anche di differenziare varianti che possono contribuire in maniera diversa alla malattia. Anche se teoricamente i dati bioinformatici ottenuti mediante HTS dovrebbero essere validati con saggi biologici, tale tecnica si è rivelata uno strumento diagnostico con elevati livelli di sensibilità, specificità, riproducibilità e ripetibilità¹⁹⁷.

¹⁹⁷ RUBINO L. e DI SERIO F.. (2024). La biodiversità virale: valutazione del rischio fitosanitario e prospettive di innovazione. Georgofili Info, 3 luglio 2024.

Tali indagini risulterebbero utili anche per lo studio dell'instaurarsi di nuove relazioni tra virus e vettori animali soprattutto quale conseguenza del cambiamento climatico globale.

5.1.4. Motivazione culturale

«I popoli indigeni sono 'i laureati dell'Università della natura', capaci di leggere il loro ecosistema come un libro, di decifrare tutti i segni scritti 'da ramoscelli spezzati di recente, da foglie schiacciate, da ciottoli spostati e da impronte difficilmente distinguibili dall'occhio inesperto'. Non sono nè romantici, nè nostalgici, non invocano il ritorno alla presunta purezza della natura com'era prima. Conoscono la scienza e le tecnologie e le indirizzano verso i loro obiettivi. Amano il progresso, ma non il nostro tipo di progresso.» (Considerazione di Huxley T.H., 1825-1895; riportata e commentata da Pievani T.¹⁹⁸)

Il decreto legislativo n. 41 del 22 gennaio 2004 “ *Codice dei beni culturali e del paesaggio*”, entrato in vigore nel 2008, annovera tra i beni culturali quelli “*etnoantropologici*” o “*demoantropologici*”. Il termine “*etnoantropologico*” designa lo studio delle culture umane (antropologia) con particolare attenzione ai prodotti della vita sociale e culturale dei popoli (etnologia). Tale ricchezza culturale include tutte le manifestazioni culturali dell'*ethnos*, vale a dire tutti quei prodotti rispetto ai quali un gruppo sociale esprime un senso di appartenenza collettiva riconoscendovi il proprio vissuto antropologico: prodotti e strumenti di artigianato, usi e costumi, musica, danze, fiabe e proverbi. Inoltre, l'articolo 7 bis del suddetto Codice introduce il concetto di “*Espressioni di identità culturale collettiva*” contemplate dalle Convenzioni UNESCO per la salvaguardia del patrimonio culturale immateriale e per la protezione e la promozione delle diversità culturali, adottate a Parigi, rispettivamente, il 3 novembre 2003 e il 20 ottobre 2005.

In tale contesto, alle testimonianze “*biologiche*” (antropiche, botaniche, microbiche e zoologiche) potrebbe essere riconosciuta pari

¹⁹⁸ PIEVANI T.. (2022). Quale futuro per la biodiversità. Cambio di prospettiva. Le Scienze, aprile, 52-58.

dignità e rilevanza di ogni altro bene culturale fino a oggi tradizionalmente considerato; la nuova cultura giunge a rinvenire nell'*animale autoctono* una parte integrante del "*bioterritorio*" d'origine, quale espressione e, al tempo stesso, elemento costruttivo di esso, animato e dinamico, al pari di ogni altro elemento inanimato e statico; pertanto, questo patrimonio biologico è da proteggere, come tale, nell'uguale rispetto dell'interesse comune all'integrità culturale e socio-economica di quel determinato "*bioterritorio*"¹⁹⁹.

I TGA e i TGAA possono quindi essere considerati alla stregua di '*beni culturali*' in quanto costituiscono un patrimonio dallo straordinario *valore di documentazione storico e biologico*. "*Qualsiasi tipo di animale 'domestico' è un prodotto culturale, ha la sua origine e la sua storia evolutiva; la sua perdita significa un impoverimento oltre che biologico anche culturale, un patrimonio che l'uomo ha in certa misura 'creato' con la sua intelligenza, trasmessoci attraverso secoli o millenni, frutto di attività 'creativa' al pari di un'opera d'arte o di qualsiasi altra manifestazione di pensiero*"²⁰⁰.

Come già riportato da Matassino D.²⁰¹, la *biodiversità umana, animale, fungina, microbica e vegetale* di un *bioterritorio* rappresenta l'espressione di una dinamica interrelazione tra "*evoluzione biologica*" ed "*evoluzione culturale*". La diversità "*culturale*", riferita alle differenze che esistono tra popolazioni e gruppi etnici in termini di idiomi, tradizioni, pratiche agricole, organizzazione sociale, religione, ecc., ha influenzato e plasmato la diversità "*biologica*" fin dai tempi della domesticazione; tale interrelazione ha origini antichissime. Basti pensare all'effetto che si è avuto con la scoperta²⁰².

¹⁹⁹ MAZZIOTTA A. e MATASSINO D.. (2008). Giuridicità della biodiversità antica autoctona.

<http://www.istitutobioetica.org/Bioetica%20ambientale/art%20bio%20ambient/Mazziotta%20Matassino%20Giuridicit%C3%A0.htm>.

²⁰⁰ BETTINI T.M.. (1988). Elementi di scienza delle produzioni animali. Edagricole, Bologna.

²⁰¹ MATASSINO D.. (2014). L'importanza del recupero di tipi genetici autoctoni. Op. Cit..

²⁰² VIANA P.. (2013). Sotto una foglia di lattuga, in «Avvenire» 14 luglio, p. 18;

FORNI G.. (2013). Lo strumento più antico per la coltivazione delle insalate, in AA.VV., Le insalate, Collana Cultura & Cultura, Euromedia S.r.l., Terni, pp. 26-35.

MATASSINO D., OCCIDENTE M. e VARRICCHIO G.. (2014). Vegetarianismo: unica scelta possibile per una corretta nutrizione? Tavola Rotonda "Bioetica e vegetarianismo", nell'ambito del 2. Meeting Internazionale di bioetica della biosfera - AmbientaMente 2, organizzato dall'Istituto Italiano di Bioetica - Campania, con il patrocinio di: CIRB (Centro Interuniversitario di Ricerca Bioetica), FNOMCeO (Federazione Nazionale degli Ordini dei Medici Chirurghi e degli Odontoiatri), UEMS (European Union of Medical Specialists), UNESCO, Isernia, 28 giugno 2013. Il Picentino, Anno XLVIII, gennaio-aprile 2014, 3-62.

- a) della selce utilizzata, per esempio, per lo scuoiamento degli animali;
- b) del fuoco impiegato, fra l'altro, per la cottura del cibo; in questa prospettiva, la carne viene spesso considerata un elemento che attraversa il confine tra “*natura*” e “*cultura*”: gli animali selvaggi per poter essere mangiati e, in un certo senso, ‘*incorporati*’ nella cultura umana, debbono essere ‘*trasformati*’, fondamentalmente, tramite il procedimento universale della ‘*cottura*’.
- c) della ruota.

Anche la scelta alimentare del genere *Homo* dalla sua comparsa a oggi svolge un'importanza notevole sulla interrelazione “*evoluzione biologica*”-“*evoluzione culturale*”. Un esempio è quello rappresentato dalla selezione di nuove varianti genetiche del gene umano codificante la *lattasi* (LCT, *lactase*) in relazione al “*fattore culturale*” “*mungitura*”. L'espressione di tale gene è controllata da una ‘*sequenza di regolazione*’ posta a monte del gene stesso; la forma ‘*ancestrale*’ del gene si esprime soltanto prima dello svezzamento rendendo l'individuo in età adulta poco tollerante al lattosio. In concomitanza con lo sviluppo dell'*agricoltura* e della *domesticazione di animali* con prevalente attitudine alla produzione lattea, in alcune popolazioni europee e africane si sono evolute varianti del segmento di DNA ‘*LCT*’, la cui espressione *persiste in età adulta*. Pertanto, gli individui discendenti da questi antichi pastori riescono a *digerire il lattosio* anche in fase post-svezzamento e *presentano una maggiore tollerabilità a tale carboidrato in età adulta rispetto ai coetanei delle popolazioni asiatiche e dell'America Latina portatori della versione ancestrale (non mutata)* del gene ‘*LCT*’. La persistenza della possibilità di *digerire il lattosio* nell'adulto emergerebbe in modo indipendente in Europa (~10.000 anni fa) e in Medio Oriente (~ 6.000 anni fa); in quest'ultimo, la *comparsa dell'allele favorevole* e la sua persistenza nella popolazione sarebbe associata alla *domesticazione del dromedario*. Ancora oggi vi sono ampie zone dell'Africa centrale e dell'Asia orientale in cui non viene praticata la ‘*mungitura*’ e, in

concomitanza, vi sono *individui umani intolleranti al lattosio in età adulta*²⁰³.

Concordando con Pievani T.²⁰⁴ “*la storia naturale è, nel bene e nel male, una storia umana*”. Grazie alle loro differenze di origine geografica e di storia demografica, i gruppi etnici contribuiscono al mantenimento di importanti tradizioni culturali aventi un impatto notevole sulla eterogeneità biologica di un paese. Tale interesse per le minoranze etniche e per le comunità locali è ormai riconosciuto e condiviso a livello internazionale nella consapevolezza che la variabilità biologica umana è “*parte integrante del concetto di biodiversità*”; dal 1999 l’UNEP (*United Nations Environment Programme* = Programma per l’ambiente delle Nazioni Unite) e l’UNESCO (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* = Organizzazione delle Nazioni Unite per l’Educazione, la Scienza e la Cultura, la Comunicazione e l’Informazione) rivolgono l’attenzione verso le popolazioni “*indigene*” per la valutazione della *biodiversità* globale.

L’UNEP²⁰⁵ ha evidenziato il valore *culturale e spirituale* della *biodiversità* e l’UNESCO (2001) ha definito la ‘*diversità culturale*’ come «*patrimonio comune dell’umanità*». La dichiarazione finale dell’ultima assise della Convenzione sulla diversità biologica delle Nazioni Unite (Kumming, Cina, 2021) ha riconosciuto formalmente che le *popolazioni locali indigene* contribuiscono alla conservazione e all’uso sostenibile delle risorse attraverso l’applicazione delle conoscenze tradizionali, delle innovazioni e attraverso la gestione diretta della *biodiversità* dei *bioterritori* in cui abitano.

Pertanto, *diversità biologica e diversità culturale* (anche in termini di *etnogenesi*) dovrebbero essere studiate insieme per meglio comprendere come il passato abbia plasmato il presente della specie umana e degli altri esseri viventi. Alla luce di ciò, sarebbe più opportuno parlare di ‘*diversità bio-culturale*’. Come riportato da Pievani T.²⁰⁶, sta emergendo una nuova sottodisciplina, l’archeologia del *climate change*, che studia il ruolo della ‘*diversità culturale*’ come fattore importante di resilienza e di tutela della *biodiversità*.

²⁰³ BEJA PEREIRA A., LUIKART G., ENGLAND P.R. ET AL.. (2003). Gene-culture coevolution between cattle milk protein genes and human lactase genes. *Nature Genetics*, 35 (4), pp. 311-313.

²⁰⁴ PIEVANI T.. Quale futuro per la biodiversità. Cambio di prospettiva. *Op. cit.*.

²⁰⁵ UNEP.(1999). *Cultural and Spiritual Values of Biodiversity* (D. A. Posey Editor).

²⁰⁶ PIEVANI T. Quale futuro per la biodiversità. Cambio di prospettiva, *op. cit.*.

Relativamente alle specie di interesse zootecnico, il valore di “*testimone storico*” o di “*custode di tradizioni locali*” di un *tipo genetico autoctono, specialmente antico*, è legato ai seguenti aspetti²⁰⁷:

- a) *antichità* (più lungo è il periodo di permanenza di un tipo genetico in un determinato “*bioterritorio*”, maggiore è il suo valore *culturale*);
- b) *allevamento* (forza del legame tra il sistema allevatorio locale e un determinato TGA/TGAA);
- c) *ambiente e paesaggio* (quanto il TGA/TGAA ha plasmato il paesaggio del “*bioterritorio*” di allevamento rendendolo imprescindibile da esso);
- d) *gastronomia e prodotti locali* (contributo di un TG/TGAA alla fama gastronomica di un “*bioterritorio*”);
- e) *folklore* (legame del TGA al *folklore* locale);
- f) *artigianato e manufatti* (collegamento del TGA/TGAA all’uso di particolari attrezzature o alla produzione di manufatti peculiari del “*bioterritorio*” di allevamento);
- g) *arte* (influenza del TGA/TGAA su forme di espressione artistica locali, quali arti figurative, musica, poesia, ecc.).

Un esempio illuminante di quanto detto è rappresentato dal *legame culturale* esistente tra il TGAA “*BovGRAI*” (già Podolica) e la regione Basilicata, ove numerose sono le espressioni della cultura locale ispirate e connaturate a tale bovino. Una di esse è la suggestiva “*Sagra del Maggio*”, celebrata ad Accettura (Mt) e dedicata al patrono San Giuliano. Tale manifestazione, citata anche dall’UNESCO, ha origini molto antiche (probabilmente 1725, anno in cui si diffonde il culto di san Giuliano martire); essa inizia la prima domenica dopo Pasqua, quando i “*maggiaioli*” più esperti scelgono, nel bosco di Montepiano, l’albero più bello (il cosiddetto “*maggio*”) che dovrà incontrarsi con il più grazioso agrifoglio (la cosiddetta “*cima*”), selezionata nella domenica successiva nella foresta di Gallipoli; questo matrimonio simbolico viene celebrato nella domenica di Pentecoste; la sagra si conclude nel giorno del *Corpus*

²⁰⁷ GANDINI G.C. e VILLA E.. (2003). Analysis of the cultural value of livestock breeds: a methodology, *Journal of Animal Breeding and Genetics*, vol. 120, n. 1.

GANDINI G. e OLDENBROEK K.. (2007). Strategies for moving from conservation to utilization. In: Oldenbroek, K., Ed., *Utilisation and Conservation of Farm Animal Genetic Resources*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, 29-54.

Domini. Il “maggio”, nel suo percorso verso Accettura, viene trascinato da cinquanta coppie di buoi di BovGRAI (già Podolica)²⁰⁸.

5.1.5. Biodiversità e cambiamento climatico

«Il clima è un bene comune, di tutti e per tutti. Esso, a livello globale, è un sistema complesso in relazione con molte condizioni essenziali per la vita umana. Esiste un consenso scientifico molto consistente che indica che siamo in presenza di un preoccupante riscaldamento del sistema climatico. L'umanità è chiamata a prendere coscienza della necessità di cambiamenti di stili di vita, di produzione e di consumo, per combattere questo riscaldamento o, almeno, le cause umane che lo producono o lo accentuano» (J. M. Bergoglio, 1936 -)²⁰⁹.

Il rapporto “*biodiversità – clima*” riveste un ruolo fondamentale; i mutamenti climatici assumono sempre più importanza in qualità di descrittori atti a fornire utili informazioni per redigere un piano di tutela della '*biodiversità*' di interesse zootecnico.

Gli effetti del cambiamento climatico, associati a una perdita di diversità, sull'equilibrio eco-sistemico, nonché sulla salute umana, sono storicamente attestati. Nel X ÷ XI secolo l'emisfero boreale fu interessato da un innalzamento della temperatura con conseguente scioglimento dei ghiacciai. Questo evento climatico favorì:

- a) un incremento demografico alimentato da una riduzione di mortalità dovuta a malattie da raffreddamento;
- b) bonifica e disboscamento di suoli con conseguente aumento delle superfici destinate alla coltivazione specialmente di frumento. L'eccessiva deforestazione e il contemporaneo fiorire di un'agricoltura monocolturale favorirono un'alimentazione più abbondante ma

²⁰⁸ MATASSINO D.. (2013). Filosofia strategica gestionale di un bioterritorio allevante il “bovino Grigio autoctono italiano” (già “Podolica”). Atti Convegno “Dal pascolo alla tavola: sicurezza e qualità dei prodotti ‘podolici’”, organizzato da: Cooperativa agricola Molara e ConSDABI, Zungoli (AV), 29 ottobre 2011. DELTA 3 Edizioni, Grottamiranda (AV), 31-140, 2013. Sito internet ASPA (<http://aspa.altervista.org/>; ‘archivio Prof. Donato Matassino’).
MATASSINO D., CASTELLANO, N., GRASSO M., MANZONE M., OCCIDENTE M. e CIANI F.. Questionnaire relative to the ERF Project 2009 -2011“Characterization of both local and improved Podolian bovine and identification of the threats of extinction in the global changes”, maggio 2010.

²⁰⁹ LETTERA ENCICLICA “*Laudato si’ sulla Cura della casa comune*” del Santo padre Francesco, Capitolo1, sezione 23, maggio 2015.

“*monocibo*” con l’effetto di un abbassamento delle difese immunitarie.

L’importanza di disporre di un ampio spettro di “*variabilità genetica*” assume oggi particolare importanza alla luce dei cambiamenti climatici che incideranno negativamente in modo *diretto* o *indiretto* sulle prestazioni zootecniche riproduttive e produttive in funzione del sistema di produzione (“*pastorale*”, “*misto agro-zootecnico*”, “*zootecnico industrializzato*” o “*senza terra*”). L’impatto negativo del cambiamento climatico sarà maggiore nel caso dei sistemi agrozootecnici “*pastorale*” e “*misto*”²¹⁰ e meno intenso nel caso del sistema zootecnico “*industrializzato*” o “*senza terra*”^{211,212,213}.

Come riportato da Nardone A. *et al.*²¹⁴ e da Nardone A.²¹⁵, gli effetti *diretti* sull’animale riguardano principalmente i processi di termoregolazione e il comportamento. Ogni animale ha una zona di *comfort* termico, all’interno della quale la spesa energetica per la termoregolazione è minima. Al di fuori di questa zona l’organismo per mantenere la omeotermia va incontro a condizioni di stress: esso tende a ridurre l’assunzione di cibo e a incrementare l’ingestione di acqua; la frequenza respiratoria e la sudorazione aumentano. Oltre il limite di termoregolazione, aumenta inevitabilmente la temperatura corporea. Come risposta a tali variazioni, vengono alterate:

- a) alcune prestazioni produttive (accrescimento, produzione e qualità di latte, carne e uova);
- b) prestazioni riproduttive;
- c) stato metabolico;

²¹⁰ Sistema agrozootecnico nel quale sono svolte attività sia agronomiche che di allevamento.

²¹¹ NARDONE A. e MATASSINO D.. (1989a). Large-scale operations with special reference to dairy cattle. Proc. Int. Symp. on the constraints and possibilities of ruminant production in the dry subtropics, Cairo, Egypt, 5-7 novembre 1988. EAAP, Pubbl. n. 38, 167.

²¹² NARDONE A. e MATASSINO D.. (1989b). I sistemi di allevamento bovino per la produzione di latte nel subtropico arido: alcune ipotesi di interventi su larga scala. Prod. Anim., 2, III Serie, 1-23.

²¹³ NARDONE A.. (2014). Cambiamenti climatici: quali effetti su produzione e consumo di proteine animali? Op. Cit..

²¹⁴ NARDONE A., RONCHI B., LACETERA N., RANIERI M.S., BERNABUCCI U.. (2010). Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. Livestock Science, 130, 1-3 May, 57-69.

²¹⁵ NARDONE A.. (2014). Cambiamenti climatici: quali effetti su produzione e consumo di proteine animali? Atti Tavola Rotonda “Bioetica e vegetarianismo”, nell’ambito del 2. Meeting Internazionale di bioetica della biosfera - AmbientaMente 2, Isernia, 28 giugno 2013. Quaderni di Bioetica n. 4 (nuova serie) ‘Bioetica, Ambiente e Alimentazione per una nuova discussione (a cura di F. Del Pizzo e P. Giustiniani)’, Mimesis Edizioni, Milano-Udine, 67-88.

- d) benessere
- e) sistema immunitario.

Gli effetti *indiretti* interessano le conseguenze dei *cambiamenti climatici* su: suolo, pianta, disponibilità di *acqua* e diffusione di agenti patogeni, ecc.; tali conseguenze si ripercuotono negativamente *sia sulle risorse alimentari disponibili* per l'animale *sia sulla sanità dello stesso*; a esempio, un problema legato al cambiamento globale del clima è la possibile diffusione di parassiti esotici o il loro reinsediamento in zone precedentemente bonificate.

Alcune strategie per minimizzare gli effetti di una temperatura elevata in animali di interesse zootecnico per ottimizzare i sistemi produttivi animali in ambiente arido sono riportati in: Cianci D.²¹⁶, Gusman A. e Candura A.²¹⁷, Lucifero M. e Giorgetti A.²¹⁸, Polidori F. e Savoini G.²¹⁹, Tisserand J.L.²²⁰.

Se da un lato la biodiversità è esposta a rischi causati da cambiamenti climatici, dall'altro essa stessa offre la possibilità di far fronte al cambiamento climatico, grazie all'individuazione di tipi genetici, o soggetti entro un determinato tipo genetico, portatori di varianti genetiche favorevoli a condizioni climatiche estreme e/o di varianti conferenti tolleranza a parassiti. A esempio, grazie alla presenza di varianti genetiche peculiari, alcuni tipi genetici presentano una maggiore capacità di fronteggiare variazioni termiche e cambiamenti dei regimi idrici ristabilendo nuovi equilibri. Il '*Bovino Grigio Italiano Autoctono*' (*BovGrAI*, già Podolica) evidenzia una maggiore variabilità fenotipica, probabilmente anche di *origine epigenetica*. L'*analisi filogenetica* ha dimostrato la stretta relazione tra il *BovGrAI* (già Podolica) con altri tipi genetici bovini Grigi italiani e non italiani; infatti, vi è un più o meno stretto legame genetico tra le '*popolazioni grigie autoctone*' (già Podoliche) dei

²¹⁶ CIANCI D.. (1991). Breeding strategies in dry-hot countries. Proc. Int. Symp. on Animal Husbandry in Warm Climates, Viterbo, Italy, 25-27 October 1990. EAAP Publ. n 55, 120-125.

²¹⁷ GUSMAN A. e CANDURA A.. (1991). Suitable engineering strategies for livestock shelters in warm climates. Proc. Int. Symp. on Animal Husbandry in Warm Climates, Viterbo, Italy, 25-27 October 1990. EAAP Publ. n 55, 130-136.

²¹⁸ LUCIFERO M. e GIORGETTI A.. (1991). Italian beef breeds in warm climates. Proc. Int. Symp. on Animal Husbandry in Warm Climates, Viterbo, Italy, 25-27 October 1990. EAAP Publ. n 55, 112-119.

²¹⁹ POLIDORI F. e SAVOINI G.. (1991). Strategies for the use of agricultural by-products as ruminant feed in warm climates. Proc. Int. Symp. on Animal Husbandry in Warm Climates, Viterbo, Italy, 25-27 October 1990. EAAP Publ. n 55, 126-129.

²²⁰ TISSERAND J.L.. (1991). Feeding strategy for animal production in warm climates. Proc. Int. Symp. on Animal Husbandry in Warm Climates, Viterbo, Italy, 25-27 October 1990. EAAP Publ. n 55, 64 – 72.

differenti paesi europei, confermandone l'origine comune. Ricerche genetiche sono in corso, in Italia e all'estero, al fine di individuare: alleli, genotipi o aplotipi o variazioni del numero di copie di segmenti di DNA (CNV, *copy number variants*) che contribuiscono alla elevata 'capacità al costruttivismo' del *bovino grigio* in ambienti cosiddetti 'difficili'. Infatti, l'analisi del *polimorfismo della regione promotrice* del segmento di DNA codificante la proteina da *shock* termico 'HSP-70', responsabile della differente capacità di difesa cellulare da tale stress nei bovini, evidenzia nel *bovino grigio ungherese* e nella *Maremmana*, rispetto al bovino di razza *Rossa Norvegese*, una *maggiore frequenza dell'allele associato a una migliore capacità di risposta alla sollecitazione termica*. Pertanto, l'esposizione al clima caldo e secco per millenni potrebbe essere stato un fattore in grado di contribuire alla selezione (probabilmente naturale) per la *resistenza al caldo*.

Si rimanda alla Giornata di studio su "Cambiamento Climatico - Impatto sui Sistemi Zootecnici e Adattamento", svoltasi il 9 maggio 2024 a Pisa, per approfondimenti in merito a:

- a) geni coinvolti nei vari aspetti (prestazioni riproduttive e produttive, tolleranza termica, fisiologia cellulare, caratteristiche del mantello, sistema immunitario) della risposta allo stress climatico in bovini a prevalente attitudine alla produzione di carne;
- b) base evolutiva della diversità genetica dei bovini allevati in Africa in relazione al clima caldo;
- c) risposte del bufalo alle condizioni di stress da caldo e strategie di mitigazione;
- d) genomica applicata ai bovini da latte resilienti ai cambiamenti climatici;
- e) applicazioni della fenomica e della genomica in relazione alle emissioni di gas serra nei programmi di miglioramento genetico dei bovini da latte.

Un aspetto globale del *cambiamento climatico* sarebbe l'effetto dell'incremento di temperatura favorente le specie caratterizzate da un 'ciclo generazionale' breve; in particolare²²¹:

- a) nel campo dell'*acquacoltura* saranno da preferire le specie che si nutrono a livelli trofici inferiori e hanno cicli di produzione brevi;

²²¹ FAO. (2015). *Coping with climate change – the roles of genetic resources for food and agriculture*. Rome.

- b) gli *insetti* completerebbero fino a 5 cicli vitali in più per stagione per ogni aumento di 2 °C di temperatura;
- c) gli *agenti patogeni*, in grado di abbreviare i loro cicli di riproduzione, avrebbero il sopravvento; di qui la possibilità di diffusione di nuovi potenziali patogeni per piante e animali ;
- d) le erbe infestanti incrementerebbero la loro invasività;
- e) non vi sarebbe sincronizzazione tra fioritura di alcune piante e impollinazione da parte di insetti.

Le *principali priorità individuate dalla FAO (2015) per far fronte ai cambiamenti climatici* possono essere di seguito sintetizzate:

- a) *sviluppo di metodi* per l'individuazione di *'manifestazioni fenotipiche'* (*'caratteri'*) inerenti alla risposta ai *cambiamenti climatici* (tolleranza al caldo, resistenza a malattie, capacità di prosperare su sistemi alimentari non ottimali, ecc.);
- b) *incremento della conoscenza, della consapevolezza e del rispetto delle risorse endogene* [*risorsa 'genetica'* (animale, fungina, microbica e vegetale), *risorsa 'acqua'*, *risorsa 'suolo'*, *risorsa 'energia'*, ecc.];
- c) *monitoraggio* delle potenziali minacce a lungo termine connesse al cambiamento climatico sulle *risorse genetiche*;
- d) *identificazione* di nuove aree geografiche nelle quali introdurre tipi genetici tenendo conto delle condizioni climatiche future;
- e) *incremento della condivisione della conoscenza relativa alla risorsa genetica e della gestione della stessa anche attraverso sistemi informativi*; con riferimento alla *risorsa zoogenetica* si ricorda il Sistema Informativo sulla Diversità degli Animali di Interesse Zootecnico (DAD-IS, *Domestic Animal Diversity Information System*; <http://www.fao.org/DAD-IS>);
- f) *valutazione* delle varie opzioni per incrementare il sequestro di carbonio nei pascoli attraverso una migliore gestione degli stessi;
- g) *coinvolgimento* diretto degli imprenditori agricoli nella pianificazione delle misure volte a fronteggiare i cambiamenti climatici;
- h) *monitoraggio* delle caratteristiche *'antropo-bio-geopedo-climatiche'* peculiari della *microbiosfera* di aree

geografiche interessate all'agricoltura e messa a punto di opportune strategie favorevoli la “*capacità al costruttivismo*”.

Nel campo vegetale sono in fase di studio i meccanismi genetici e fisiologici nelle cosiddette “*piante resurrezione*” caratterizzate da cicli di essiccazione e successiva reidratazione per sostenersi e rimanere vitali in condizioni di siccità; tali meccanismi potrebbero rappresentare una risorsa per il futuro agricolo nell'ambito della crisi climatica.

Ci piace concludere questo paragrafo riportando alcuni aspetti principali del recente intervento del Santo Padre Francesco²²² riguardante la crisi climatica:

- a) “*paradigma tecnocratico*”: alla base dell'attuale processo di degrado ambientale, vi sarebbe la convinzione secondo cui «*la realtà, il bene e la verità sboccerebbero spontaneamente dal potere stesso della tecnologia e dell'economia*»;
- b) “*revisione del nostro uso del potere*” in antitesi al “*paradigma tecnocratico*”: il pianeta Terra non è un oggetto di sfruttamento e di ambizione illimitata nè la natura è una mera “*cornice*” in cui sviluppare la nostra vita e i nostri progetti, perché «*siamo inclusi in essa, siamo parte di essa e ne siamo compenetrati*» [18] così che «*il mondo non si contempla dal di fuori ma dal di dentro*» [19]; pertanto, un ambiente sano è anche il prodotto dell'interazione dell'uomo con l'ambiente, come avviene, a esempio, nelle culture indigene; l'indispensabile superamento del “*paradigma tecnocratico*” comprende l'interazione dei sistemi naturali «*con i sistemi sociali*» [21];
- c) “*il pungiglione etico*”: la logica del massimo profitto al minimo costo, mascherata da razionalità, progresso e promesse illusorie, rende impossibile qualsiasi orientamento verso la “*casa comune*” e qualsiasi attenzione per la promozione degli “*scartati*” della società;
- d) «*ricchezza inesauribile di Dio che traspare dall'insieme dell'universo con le sue molteplici relazioni*»: per essere saggi, «*abbiamo bisogno di cogliere la varietà delle cose nelle loro molteplici relazioni*» [37];

²²² Esortazione apostolica “*Laudate Deum*” A tutte le persone di buona volontà sulla crisi climatica, 4 ottobre 2023.

- e) necessità di un “*antropocentrismo situato*”: riconoscere che la vita umana è incomprendibile e insostenibile senza le altre creature; tale nuova visione stravolge quella di un essere umano autonomo, onnipotente e illimitato;
- f) *riconfigurazione del multilateralismo*: per ottenere un progresso solido e duraturo «*vanno favoriti gli accordi multilaterali tra gli Stati*» [25], con particolare riferimento a un *multilateralismo* che non dipenda dalle mutevoli circostanze politiche o dagli interessi di pochi e che abbia un’efficacia stabile; in questo modo, il principio di sussidiarietà si applica anche al “*rapporto globale-locale*”, favorente un *multilateralismo “dal basso”*.

Questa impostazione di “*multilateralismo*” nuovo è pienamente in linea con la concezione di “*bioterritorio*” nel quale le élite politiche e istituzionali, la ricerca scientifica e la cultura siano sempre più coinvolte nell’individuare una dinamica organizzazione di vita inserita integralmente nei vari “*sistemi locali*”²²³. Dice Rifkin J.²²⁴: «*Comunità locali economicamente sostenibili rendono possibile un benessere materiale assai più equo..... Dare accesso e potere alle comunità locali contribuisce, inoltre, a preservare le diversità culturali del consesso umano. L’autosufficienza economica garantisce la sicurezza materiale di cui gli individui hanno bisogno per mantenere un senso di coesione sociale e per preservare la propria ricchezza culturale. Questa è l’essenza della politica di riglobalizzazione dal basso*».

5.1.6. Motivazione etica

«*Difendere l’ambiente è un dovere verso la vita.*»
(R. Sidoli, 1981-.....)

La conservazione della “*biodiversità*” deve essere considerata un “*imperativo etico*” perché la “*biodiversità*” rappresenta non solo un bene da difendere e da trasmettere alle generazioni future per il miglioramento della “*qualità della vita*” ma – anche – un bene in sé stesso che ha il diritto alla propria esistenza. Infatti, qualsiasi “*sistema complesso*”, identificabile con il singolo essere vivente, può esplodere

²²³ MATASSINO D.. (1992). Impariamo dalla natura. Op. Cit.

NARDONE C.. (2004). Il sistema Sannio: ruralità, criticità, originalità, eccellenza. Atti Conv: “Il sistema Sannio; ruralità, criticità, originalità, eccellenza”, Benevento, 22 ottobre 2004. ‘I Geogofili’ - Atti dell’Accademia dei Geogofili’- Anno 2004- VIII Serie – Vol. 1 (180. dall’inizio)- Tomo II.

²²⁴ RIFKIN J. (2001). Ecocidio. Ascesa e caduta della cultura della carne. Ed. Mondadori.

o implodere in funzione dell' "essere", del "poter essere" e del "dover essere"; queste tre diverse condizioni conducono a "canoni etici", tra i quali si potrebbe ipotizzare un "federalismo biologico" in grado di "riconferire" importanza e dignità all' "autoctonia", cioè alla "biodiversità antica". Si ricorda che forse, il problema principe di questo nuovo millennio sarà come ricostituire una certa "enciclopedia" dei saperi al fine di dare risposte concrete, serie e disinteressate alla "complessità". La parola "complessità" è un *continuum* oggetto di discussioni e di teorie; fra gli altri, ne hanno ampiamente trattato: Bateson, Einstein, Luhman, Morin, Pareto, Parsons, Prigogine, Spencer, Varela, von Foerster, i quali hanno evidenziato la limitatezza e l'unilateralità delle concezioni razionali in chiave lineare e meccanicistica. In sintesi, le diverse teorie considerano che la "complessità" sociale sia caratterizzata da una specie di parallelismo fra ²²⁵:

- a) progresso, conoscenza, vita, umanità, evoluzione
- e
- b) caos, perturbazioni, disordine, instabilità, squilibrio, turbolenza, non linearità, marginalità e frattalismo.

Tra le numerose definizioni di 'complessità' ci piace qui riportare le seguenti:

- «La complessità è la proprietà di un sistema modellizzabile suscettibile di mostrare dei comportamenti che non siano tutti pre-determinabili (necessari) anche se potenzialmente anticipabili (possibili) da un osservatore intenzionale di questo sistema» (P. Valery, 1871 – 1945);

- «La complessità non è quel male assoluto che la bella razionalità francese braccia nel nome della chiarezza, dell'omogeneità e dell'universalismo. Al contrario, è il riconoscimento della ricchezza della diversità delle organizzazioni di ogni dimensione e natura»²²⁶.

Quest'ultima definizione richiama chiaramente il concetto di "biodiversità".

²²⁵ MATASSINO D.. (2001). Etica e biodiversità. Atti VI Conv. Naz. 'Biodiversità: opportunità di sviluppo sostenibile', Bari, 6-7 settembre 2001, Volume 1, 27-44. Sito internet CNR – CERIS (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto della ricerca e della cultura scientifica): www2.ceris.cnr.it/bioetica/Forum.html.
<http://www.istitutobioetica.org/Bioetica%20ambientale/art%20bio%20ambient/Matassino%20ogm/Matassino%20ogm.htm>.

²²⁶ MELESE J.. (1979). Approches systémiques des organisations. Vers l'entreprise à la complexité humaine. Suresnes, Edition hommes et techniques.

5.1.7. Motivazione giuridica

«La “biodiversità antica autoctona” configurerebbe un nuovo soggetto del mondo del diritto per la contestuale presenza di quegli elementi che determinano la rilevanza giuridica di un bene » (A. Mazziotta A. e G. Gennaro, 2002)²²⁷.

I tre aspetti sintetici fondamentali:

- a) *l'importanza che la biodiversità antica autoctona assume oggi per l'umanità e per la sorte delle generazioni future;*
- b) *il rilievo che alla biodiversità viene riconosciuto dalla scienza, nei molteplici campi di studio verso cui si dirige la ricerca;*
- c) *l'assoluta necessità di salvaguardia e di tutela di questo prezioso patrimonio collettivo (biodiversità)*

inducono ad avanzare una tesi assolutamente nuova²²⁸: la “giuridicità” della “biodiversità antica autoctona”.

Mazziotta A. e Gennaro G.²²⁹ ritengono di poter affermare che la *biodiversità antica autoctona* porta in sé un patrimonio assai particolare che trae la sua *giuridicità* dalla natura generale dell'interesse alla utilità sociale e alla conservazione del bene stesso. Nella fattispecie l'utilità sociale del bene è determinata dall'idoneità a soddisfare bisogni rilevanti espressi da un determinato contesto sociale in un determinato momento storico. Rivestendo in questo caso un interesse socialmente apprezzabile e un contenuto assoluto e generale, si ribadisce di poter sostenere la *giuridicità del patrimonio genetico antico autoctono* e, altresì, che tale generalità configuri specificamente il carattere pubblico dell'interesse considerato; e, conseguentemente, il contenuto pubblico dell'utilità del bene stesso. Quindi, a differenza della tutela giuridica che l'ordinamento garantisce a ciascun soggetto in ordine al proprio diritto alla propria integrità, identità e dignità, il diritto da tutelare, nella fattispecie qui considerata, è il diritto generale alla integrità, alla identità e alla dignità di un patrimonio di interesse comune universale.

Da ciò l'esigenza di una normativa articolata, attenta e rispettosa del carattere generale dell'interesse sociale da una parte e del carattere specifico dell'interesse privato dall'altra, volta a

²²⁷ MAZZIOTTA A. e GENNARO G.. (2002). La Girgentana. Ed. Ambiente e Vita, Sicilia.

²²⁸ Tale tesi viene proposta dal “Club Unesco Isole Eolie” per la prima volta in sede internazionale

²²⁹ MAZZIOTTA A. e GENNARO G.. (2002). La Girgentana, op. Cit..

garantire e a regolamentare in regime di compatibilità la tutela giuridica di un bene di interesse pubblico e pure rientrante nella sfera giuridica dell'autonomia dei privati. E infatti, mentre il bene mobile è regolato dal regime ordinario del diritto privato, il patrimonio genetico di cui è portatore dovrebbe soggiacere a regole di diritto pubblico; e, pure nel rispetto della natura privatistica del bene, la sua patrimonialità deve tuttavia essere governata da criteri atti a scongiurare il rischio di una discrezionalità capricciosa o arrogante del suo utilizzo²³⁰.

5.1.8. Motivazione paesaggistica

«Il paesaggio è storia resa visibile.»
(J. B. Jackson, 1909-1996)

Il paesaggio può essere considerato *un'espressione identitaria di un "bioterritorio" in quanto frutto della interazione tra il "contesto ambientale" e la "peculiarità culturale" della comunità antropica che ivi opera.* Pertanto, esso andrebbe considerato in un'ottica essenzialmente dinamica poiché l'evoluzione delle tecniche produttive influenza le modalità con cui l'uomo modifica l'ambiente naturale.

Le seguenti 2 definizioni di paesaggio 'agrario' sintetizzano egregiamente la suddetta considerazione:

- a) *«quella forma che l'uomo, nel corso e ai fini delle sue attività produttive agricole, coscientemente e sistematicamente, imprime al paesaggio naturale»²³¹;*
- b) *«un agro-sistema territoriale inclusivo e/o integrato: (i) delle/dalle forme del paesaggio naturale (suolo, acqua, clima, panorami, risorse naturali, biodiversità vegetale e animale, biocapacità, ecc.); (ii) del/dal paesaggio 'culturale' (pittura, fotografia, poesia, prosa, musica, ecc.); (iii) della/dall'azione antropica storicamente svolta dall'uomo nei territori rurali (ordinamenti produttivi, lavoro, tecnologia,*

²³⁰ MAZZIOTTA, A. e MATASSINO, D.. Giuridicità della biodiversità antica autoctona. Op. Cit..

²³¹ SERENI E. (1961). Storia del paesaggio agrario italiano, Laterza, Bari.

architettura rurale, ecc.); (iv) della/dalla 'percezione' degli uomini e delle donne»²³².

Tali definizioni evidenziano il carattere *transdisciplinare* del sistema paesaggio.

La visione del paesaggio, come semplice collezione di strutture spaziali, viene superata alla luce sia della “*teoria della cognizione*”²³³ sia del concetto di “*ecofield*”²³⁴. Secondo tale teoria, ogni organismo, operando in un ambiente intrinsecamente eterogeneo per le risorse, al fine dell’espletamento di ciascuna funzione vitale, necessita di una specifica configurazione spaziale, portatrice di significato, quindi ‘*semantica*’; pertanto, il paesaggio può essere considerato in modo più articolato come un “*mosaico di sistemi percepiti singolarmente dalle diverse specie in un contesto sistemico*” funzionante *ciberneticamente*²³⁵.

La *biodiversità*, a vari livelli (da quello *cellulare* a quello *ecosistemico*), rappresenta un *elemento fondamentale* del paesaggio; al contempo, la costruzione e le variazioni del paesaggio, a loro volta, influenzano la biodiversità.

La diversità biologica *identifica* il paesaggio rurale e conferisce quindi a esso il concetto di “*luogo*”, in antitesi al concetto di “*non luogo*”; quest’ultimo inteso come luogo privo di identità^{236, 237}.

Nella **tabella 4** sono riportate alcune relazioni tra i livelli di biodiversità e la strutturazione del paesaggio.

²³² NARDONE C.. Comunicazione personale.

²³³ *Teoria della cognizione (The Theory of meaning*, J. von Uexküll, 1934, 1940): teoria che presuppone la presenza di un ambiente ‘*soggettivo*’ (*umwelt*) che circonda ciascun organismo. Sulla base di questa teoria il paesaggio decodificato da ciascun organismo in tutte le sue informazioni diventa un ‘*paesaggio cognitivo*’.

²³⁴ *Eco-field*: viene definito da A. Farina e A. Belgrano (2004) come ‘*campo cognitivo*’, come ogni configurazione spaziale portatrice di significato per una determinata funzione vitale di un organismo. L’*eco-field* può essere definito come il codice (ecologico) attraverso il quale una funzione vitale si rapporta con il contesto ambientale.

²³⁵ FARINA A.. (2000). *Landscape Ecology in action*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, The Netherlands.

²³⁶ AUGÉ M.. (2015). *Nonluoghi*, Elèutera, Milano

²³⁷ COMITATO SCIENTIFICO DI STUDIO DEL PAESAGGIO RURALE. (2018). *Manifesto per la bellezza dei paesaggi rurali*. In: “*La bellezza del paesaggio rurale*” (Del Prete R., Leone A. e Nardone C. eds.), Manita Creative, Dragoni (Ce), p 11.

Tabella 4 - Alcune relazioni tra livello di biodiversità ed elementi costitutivi (livello di scala ed elemento strutturale) del paesaggio (*Fonte: Alessi E. e Bulgarini F.*²³⁸; modificata da Gibelli G.²³⁹).

²³⁸ ALESSI E. E BULGARINI F.. (2010). Biodiversità e servizi degli ecosistemi, in Biodiversità, consumo di suolo e reti ecologiche (Romano, B. e Ferroni, F., eds), pp 14-18.

²³⁹ GIBELLI G.. (2011). Paesaggio e biodiversità. Ri-Vista ricerche per la progettazione del paesaggio . Dottorato di Ricerca in Progettazione Paesistica I Facoltà di Architettura I Università degli Studi di Firenze , gennaio-dicembre 2011 I ISSN1724-6768 I Firenze University Press <http://www.unifi.it/ri-vista> .

²⁴¹ *Patch*: rappresenta l'unità minima strutturale di un paesaggio; la forma della *patch* riflette il processo che l'ha creata o mantenuta: in genere forme regolari sono di natura antropica, al contrario le *patch* generate da processi ecodinamici sono di forma irregolare. Come riportato da Gibelli G. (2011), la *patch* rappresenta l'elemento che risente degli effetti dovuti alle diversità di comportamento dei singoli individui nel mondo naturale. Per quanto riguarda l'uomo, gli stili di vita sono i maggiori responsabili delle modifiche al paesaggio e, da queste, alla biodiversità. Gli elementi recettori, in questo caso, variano enormemente di scala, in quanto gli effetti possono ricadere su interi biomi .

Livello di biodiversità	Livello di scala paesaggistica	Elemento strutturale del paesaggio influenzato dagli effetti della diversità
<i>Diversità genetica</i>	Individuo	
<i>Diversità interindividuale</i>	Interazioni che le diversità individuali determinano sugli elementi costitutivi del paesaggio	In genere <i>Patch</i> ²⁴¹
<i>Diversità specifica</i>	Elementi costitutivi del paesaggio	<i>Patch</i>
<i>Diversità di popolazione</i>	Elementi costitutivi del paesaggio, Unità di paesaggio; in riferimento alla popolazione umana: paesaggio e sistemi di paesaggio	<i>Patch</i> e mosaico ambientale
<i>Diversità delle comunità</i> (legata alle relazioni ecologiche che si instaurano tra popolazioni e specie che condividono un ecosistema)	Elementi costitutivi del paesaggio, Unità di paesaggio; in riferimento alla popolazione umana: paesaggio	<i>Patch</i> e mosaico ambientale
<i>Diversità ecosistemica</i> (legata alla interdipendenza tra le comunità e le componenti abiotiche)	Elementi costitutivi del paesaggio e loro aggregazioni	Mosaico paesaggistico Tipi di paesaggio
Diversità tra contesti ecologici terrestri e acquatici	Paesaggio	Mosaico paesaggistico Tipi di paesaggio
Diversità biogeografiche (determinate dalla variabilità della storia evolutiva delle forme viventi di un bioterritorio in relazione alle condizioni 'antropo-bio-geopedo-fisico-chimico-climatiche' del bioterritorio stesso)	Paesaggio e Sistemi di paesaggio	Tipizzazione dei paesaggi

²⁴¹ *Patch*: rappresenta l'unità minima strutturale di un paesaggio; la forma della *patch* riflette il processo che l'ha creata o mantenuta: in genere forme regolari sono di natura antropica, al contrario le *patch* generate da processi ecodinamici sono di forma irregolare. Come riportato da Gibelli G. (2011), la *patch* rappresenta l'elemento che risente degli effetti dovuti alle diversità di comportamento dei singoli individui nel mondo naturale. Per quanto riguarda l'uomo, gli stili di vita sono i maggiori responsabili delle modifiche al paesaggio e, da queste, alla biodiversità. Gli elementi recettori, in questo caso, variano enormemente di scala, in quanto gli effetti possono ricadere su interi biomi.

In accordo con Gibelli G.²⁴², una maggiore ‘*complessità ecosistemica*’ del paesaggio, legata a una *maggiore ricchezza di biodiversità*, comporta:

- a) presenza di *habitat* variegati;
- b) minore erosione del suolo;
- c) minori apporti energetici esterni;
- d) miglioramento del microclima e dell’assetto idrogeologico;
- e) una spiccata *multifunzionalità* del paesaggio.

In sintesi, l’aumento del numero di risorse di un paesaggio si traduce in una maggiore capacità di autoriequilibrio, o autopoiesi²⁴³ nei confronti di elementi perturbatori naturali o antropici.

Un segno rappresentativo, quindi emblematico, è identificabile nel ruolo che svolge una siepe, specialmente ‘rurale’, il cui impiego si perde nella notte dei tempi. Nell’*agromosaico*²⁴⁴, la siepe e la biodiversità ad essa associata rappresentano una componente essenziale delle cosiddette *cornici vegetali*. Crediamo che sia facile affermare che la siepe sia ‘*multifunzionale*’, in quanto essa svolge contemporaneamente tante funzioni: tutela della biodiversità, salvaguardia del suolo rispetto all’erosione e relativi effetti negativi (desertificazione, ruscellamento, ecc.), fonte di energia (legna), fonte di alimenti, sociale (delimitazione della proprietà), bellezza del paesaggio, agronomica in senso lato²⁴⁵.

La siepe, per le sue molteplici funzioni, unitamente a muretti a secco, boschetti, filari, piccoli corsi d’acqua, rappresenta un elemento costitutivo delle “*aree agricole ad alto valore naturale*” (AVN) di “*tipo II*”²⁴⁶ in accordo con la classificazione dall’Agenzia europea

²⁴² GIBELLI G.. (2011). Paesaggio e biodiversità. Op. Cit..

²⁴³ Termine coniato nel 1972 da Maturana H. a partire dai termini greci *αυτος* = stesso e *ποιησις* = produzione; un sistema autopoietico è un sistema che ridefinisce continuamente se stesso e si sostiene e si riproduce; esso può essere rappresentato come una rete di processi di trasformazione di componenti che, interagendo fra loro, sostengono e rigenerano continuamente il sistema stesso.

²⁴⁴ L’*agromosaico* è costituito dalle “*cornici*” (strade, sentieri, corsi d’acqua, rete irrigua, confini, azienda/abitazione, ecc.) e dal “*campo coltivato*”; quest’ultimo costituisce l’elemento principale dell’*agromosaico*. I confini dei campi possono essere bordati. Per ulteriori sulle cornici vegetali dell’*agromosaico* in relazione alla biodiversità si rimanda a Castellucci A. et al. “*Cornici vegetali dell’agromosaico e biodiversità*”, “*La bellezza del paesaggio rurale*” (Del Prete R., Leone A. e Nardone C. eds.), Manita Creative, Dragoni (Ce), Copyright Regione Campania, 119.

²⁴⁵ MATASSINO D.. (2002). Ruralità multifunzionale sostenibile. Atti Seminario ‘*Educazione ambientale e Scuola: Agricoltura ecologica dal Seme al Compost*’, Benevento, 4 dicembre 2001. L’*Allevatore*, 68 (3), 13.

²⁴⁶ Le “*aree agricole ad alto valore naturale*” (AVN) sono riconosciute come quelle aree in cui “*l’agricoltura rappresenta l’uso del suolo principale (normalmente quello prevalente) e mantiene*

per l'ambiente. La tutela dei sistemi agricoli e forestali delle AVN rappresenta uno degli obiettivi prioritari nella politica per lo sviluppo rurale. Affinché un sistema agricolo sia ad alto “*valore naturale*” e possa essere destinato al supporto economico debbono coesistere un appropriato uso del suolo e del paesaggio (“*stato*”), nonché una corretta gestione (“*forza determinante*”) delle pratiche agricole. Nelle AVN l'agricoltura e l'attività zootecnica favoriscono il mantenimento di sistemi di habitat anche con funzione di connessione tra le aree protette e, pertanto, costituiscono “*punti sensibili*” per la conservazione della biodiversità²⁴⁷.

Ai fini della tutela della biodiversità risulta particolarmente importante limitare la frammentazione e il contrasto all'interno di un paesaggio. Il “*contrasto*” è una delle dimensioni dei sistemi paesaggistici: è alto se le unità ecosistemiche adiacenti sono strutturalmente e funzionalmente molto diverse l'una dall'altra; è basso se gli elementi adiacenti sono relativamente simili tra loro e la transizione tra gli elementi è graduale. Il processo di frammentazione degli ambienti naturali sarebbe riconosciuto, a livello internazionale, come la causa primaria della perdita di biodiversità. La programmazione di reti ecologiche è da considerare una delle risposte operative a tale problema²⁴⁸.

Si ricorda che la Convenzione Europea sul *paesaggio* adottata dal Comitato dei Ministri del Consiglio d'Europa (Strasburgo, 19 luglio 2000) assegna al *paesaggio* la qualità specifica di “*concetto giuridico autonomo*”; la sua salvaguardia, la sua gestione e la sua progettazione comportano diritti e responsabilità per ciascun individuo che configurano un vero e proprio “*diritto al paesaggio*”. Gli Stati membri debbono, pertanto, impegnarsi a riconoscere giuridicamente il paesaggio quale componente essenziale dell'ambiente di vita delle popolazioni, espressione della diversità del loro patrimonio comune culturale e naturale, e fondamento della loro

o è associata alla presenza di un'elevata numerosità di specie e di habitat, e/o di particolari specie di interesse comunitario”. L'Agenzia europea per l'ambiente distingue tre tipi di AVN: (a) Tipo 1: aree con un'elevata proporzione di vegetazione semi-naturale (es. pascoli naturali); (b) Tipo 2: aree con presenza di mosaico di agricoltura a bassa intensità ed elementi naturali, semi-naturali e strutturali (es. siepi, muretti a secco, boschetti, filari, piccoli corsi d'acqua, ecc.); (c) Tipo 3: aree agricole che sostengono specie rare o un'elevata ricchezza di specie di interesse mondiale, europeo, nazionale e/o locale.

²⁴⁷ GIARÈ F. E POVELLATO A. (Eds.). (2011). Agricoltura, ambiente e società. Supplemento al n. 28 di Agrisole, INEA.

²⁴⁸ GIBELLI G.. (2011). Paesaggio e biodiversità. Op. Cit..

identità (Articolo 5.a). Come riportato da Ramanzin M. *et al.*²⁴⁹ si possono definire come “*paesaggi zootecnici*” quelli tipici delle aree rurali dove l’attività agricola è, per motivi ambientali e/o socio-economici, prevalentemente o esclusivamente costituita da sistemi di allevamento basati sull’utilizzo di prati e pascoli. Tali sistemi sono stati alterati negativamente dai modelli produttivi intensivi. Pertanto, sempre concordando con Ramanzin M. *et al.*, al fine di ripristinare il legame funzionale fra *zootecnia* e *paesaggio* e garantirne la sostenibilità, la ricerca dovrà identificare nuove soluzioni tecniche e economiche partendo da un approccio *bioterritoriale* che tenga delle interazioni fra *allevamento*, *paesaggio culturale* e *biodiversità*.

Il “*paesaggio*” svolge un ruolo insostituibile nel favorire il benessere fisico, psichico e sociale dell’uomo grazie al suo effetto ristorativo sulla *psiche*. Per alcuni aspetti sull’azione benefica di un periodico soggiorno a contatto con la natura su alcune attività cognitive, si rimanda a Matassino D.²⁵⁰.

Secondo Gherzi A.²⁵¹, il “*benessere psichico*” scaturente dal paesaggio sarebbe il frutto di un equilibrio dinamico che l’individuo consegue attraverso le seguenti tre azioni: *abitare*, *esplorare*, *contemplare*. Da qui scaturisce la necessità di²⁵²:

- a) ripristino di aree verdi;
- b) ripristino e valorizzazione di componenti acquatici (fiumi, laghi, specchi d’acqua, ecc.), in quanto evidenze scientifiche dimostrano il notevole potere ‘*riparatorio*’ del colore ‘*blu*’;
- c) realizzazione di manufatti ed edifici architettonici *differenti e cromaticamente variegati*.

La “*simbolica dei colori*” o “*cromoantropologia*” costituisce un aspetto fondamentale nella vita dei popoli (Goethe J.W., nel 1810, elabora la *farbentheorie* ovvero “*Teoria dei colori*”). Oggi sono ampiamente riconosciuti i meriti della *cromodiagnostica*²⁵³ e della

²⁴⁹ RAMANZIN M., BATTAGLINI L. M., MORBIDINI L., PAUSELLI M., PULINA G.. (2009). Evoluzione dei sistemi zootecnici e trasformazione del paesaggio. Ital. J. Agron. / Riv. Agron., 2009, 3 Suppl., 19-23.

²⁵⁰ MATASSINO D.. La montagna-terapia ovvero la fascinazione della Natura. Italiaetica, Anno VIII, n 2 luglio 2014, 14-31. Sito internet ASPA (<http://aspa.altervista.org/>; link: ‘pubblicazioni’, ‘archivio Prof. Donato Matassino’).

²⁵¹ GHERSI A. (2007). Paesaggi terapeutici (*Therapeutic landscapes*), Ed. Alinea, Firenze.

²⁵² SABATO G.. (2013). Il benessere e la città, *Mente e cervello*, 103, 36; MATASSINO D.. (2014), Bio-territorio intelligente, *Settimana dell’Innovazione in Alta Irpinia “Smart Rurality”*, Calitri (AV), 21 marzo 2014, http://aspa.unitus.it/matassino/1_elenco_pubblicazioni_Matassino.pdf.

²⁵³ *Cromodiagnostica*: strumento che permette di evidenziare le dinamiche inconscie di problemi psicologici, comportamentali e psicosomatici sulla base delle scelte cromatiche di un individuo.

*cromoterapia*²⁵⁴, le quali si rifanno sia a fondamenti psicoanalitici sia a un sapere tradizionale in cui si riflettono sistemi e gerarchie simboliche, liturgiche, araldico-emblematiche.

Nel mondo “*accadico-assiro-babilonese*” le torri, dette *ziqqurat*, vengono costruite a sette piani con riferimento ai sette pianeti tradizionalmente conosciuti e a ciascuno di essi si associano un metallo e un colore: oro /Sole; argento /Luna; rame /verde/ Venere; ferro / rosso /Marte, ecc..

L’effetto “*ristorativo*” della “*policromia*” sarebbe associato alla “*bellezza*” intesa come capacità di evocare “*stupore*” o “*meraviglia*” nell’osservatore. Lo “*stupore*” conduce, inevitabilmente, alla “*conoscenza*”. Balthasar H.U. (1905-1988) afferma: «... non è la ‘*bellezza*’ ad averci abbandonato, siamo noi che non siamo più in grado di vederla». Nella società “*liquida*” moderna si è avuta la scomparsa dello “*stupore*” dovuta, come evidenzia Pégly G. (1873-1914), a uno sguardo ‘*abituato*’.

Forte B.²⁵⁵ sottolinea che la scomparsa dello “*stupore*” e della capacità di discriminare la “*bellezza*” sollecita la necessità di «*aprirsi a una ritrovata ‘filocalia’*²⁵⁶». Egli, inoltre, afferma che il bello:

- a) *evoca, non cattura;*
- b) *invoca, non pretende;*
- c) *provoca, non sazia.*

Il “*mistero della bellezza*” è insito in alcune denominazioni che il termine ha assunto nelle varie culture. Il termine *ebraico tov* (Genesi) esprime “*ciò che nutre il desiderio*”, dove *desideribus* ha il significato di “*essere lontani dalle stelle bramandone la prossimità*”. Il *greco* e il *sanscrito* fanno derivare le rispettive radici *kalos* e *kaliah* da “*ciò che chiama e attira a sé; è amabile; si offre; viene all’incontro*”. Il *latino* ha tre diversi termini per esprimere il concetto:

- a) *pulcher* per attribuire la bellezza a un soggetto concreto sottolineandone anche la caducità;
- b) *formosus* per indicare ciò che ha forma rispettosa delle giuste proporzioni (questa lettura della terminologia latina trova riscontro nel *De vera religione* di Sant’Agostino là dove Egli spiega che nel lodare si usa tanto il termine *speciosissimus* per

²⁵⁴ *Cromoterapia o psicologia dei colori*: si basa sull’idea che i colori possano aiutare la mente a ritrovare il suo naturale equilibrio; la *cromoterapia* distingue tra: (a) colori ‘*calmanti*’ vs ‘*eccitanti*’; (b) colori ‘*esaltanti*’ vs ‘*deprimenti*’.

²⁵⁵ FORTE B.. (2014). Lo stupore chiamato per nome. *I luoghi dell’infinito*, 181.

²⁵⁶ *Filocalia* (φιλέω = amare + καλός = bellezza): amore per la bellezza.

indicare il sommo grado, quanto il termine *formosissimus* per indicare la proporzione in sommo grado);

- c) *claritas* (utilizzato anche da San Tommaso nella *Summa teologica*) per indicare l'integrità e la perfezione, la bellezza radiosa del sole mattutino e la bellezza pudica del sole alle prime luci dell'alba. Il *latino medievale* usa *bonicellum*: la bellezza è un piccolo bene che nelle lingue romanze diventa *bonito* e *beau*: un elogio dell'umiltà.

Anche un "paesaggio urbano" diventa rilassante se è in grado di indurre un'attenzione *non focalizzata*, bensì *diffusa*: perché ciò si verifichi, occorre *curare la capacità prospettica dell'architettura*. Questo risultato si può ottenere accrescendo la *ricchezza architettonica* con l'incrementare gli elementi distinguibili in un edificio; infatti, una schiera di edifici *tutti uguali*, anche se molto ornati, tende a dare un senso di *uniformità*, mentre una *varietà* di edifici semplici accresce la percezione della *complessità*.

Per approfondimenti in merito al paesaggio e ad alcune sue sfaccettature si rimanda, tra l'altro, a un volume realizzato dalla Regione Campania²⁵⁷.

5.1.9. Importanza della biodiversità nel recupero del rapporto campagna - città

«La sostenibilità dello sviluppo significa la compatibilità fra la crescita del benessere economico della società e la capacità produttiva e riproduttiva degli ecosistemi (biocapacità): cioè fra la crescita del benessere economico, che ha il fulcro nella città, e la biocapacità degli ecosistemi che ha il fulcro nelle campagne.» (L. Iacoponi, 1936-....)²⁵⁸

Si stima che il totale della popolazione urbana per il 2050 sia di 6,3 miliardi (circa il 70 % della popolazione totale prevista) contro il 30 % del 1950 e che le emissioni di CO₂ delle aree urbane siano passate dai 15 miliardi di tonnellate del 1990 ai 25 del 2010, per arrivare a 36,5 miliardi di tonnellate entro il 2030.

²⁵⁷ Del Prete R., Leone A. e Nardone C. (eds.). "La bellezza del paesaggio rurale", Manita Creative, Dragoni (Ce), Copyright Regione Campania.

²⁵⁸ IACOPONI L.. (2004). La complementarietà tra città e campagna per lo sviluppo sostenibile: il concetto di bioregione, Rivista di Economia Agraria, n. 4, 443-478.

La progressiva espansione delle aree urbanizzate ha comportato una forte accelerazione dei processi di consumo del suolo agricolo o naturale. Un contenimento del consumo di suolo è la premessa per garantire uno sviluppo sostenibile del “*bioterritorio*” attraverso la riqualificazione e la rigenerazione urbana, oltre al riciclo delle aree contaminate o dismesse.

Le relazioni che intercorrono tra città e campagna in un dato “*bioterritorio*” ne influenzano lo sviluppo socio-economico, soprattutto in termini di *sostenibilità*²⁵⁹.

Il *ripristino dei processi di reciprocità e di integrazione tra il mondo rurale e quello cittadino* può essere considerato un *fattore di garanzia* per la ‘sicurezza alimentare’ e ‘ambientale’ (*food/environmental security*). Trattasi di una nuova visione basata sul ruolo *multifunzionale* dell’agricoltura, in cui il rapporto con il mondo rurale viene inserito in un sistema più ampio di scala di valori, alcuni dei quali sono monetizzabili, altri riguardano tutto ciò che l’economia neoclassica concepisce come *esternalità*, talora completamente ignorati, quali: le peculiarità irriproducibili dei luoghi, l’ambiente, il capitale sociale, i saperi, il paesaggio, i beni comuni e le economie derivate²⁶⁰. Secondo Matassino D. e Cappuccio A.²⁶¹ e Ferretto M.²⁶², i suddetti valori diventano strumenti da integrare nei piani urbani e “*bioterritoriali*” in una sorta di “*territorializzazione della multifunzionalità*” al fine di contribuire a un progetto unitario di agricoltura urbana e periurbana nel quale le attività delle aziende agricole e di tutti gli “*attori*” che ruotano intorno vengano identificate, finalizzate e integrate nel contesto urbano. La diffusione di *mercati locali* gestiti direttamente dai produttori è emblematica di questa nuova esigenza di integrazione tra il *mondo rurale e quello urbano*, nell’ottica di favorire nel consumatore “*co-produttore*” lo sviluppo della consapevolezza delle “*qualità territoriali*” dei prodotti, nonché un dialogo con il produttore che coinvolga anche gli aspetti *sociali* e

²⁵⁹ TORQUATI B. , GIACCHÈ G.. (2010). Rapporto città - campagna e sviluppo rurale. *Agriregionieuropa*, anno 6, n. 20 (Mar).

²⁶⁰ BOCCHI S.. (2011). Presentazione. In: ‘Campagna e città’, Touring Club Italiano, 8-11.

²⁶¹ MATASSINO D. e CAPPUCCIO A.. (1998). Costs of animal products and standard of living, *op. cit.*.

²⁶² FERRETTO M.. (2011). Il turismo verde. In: ‘Campagna e città’, *op. cit.*.

ambientali legati al prodotto stesso. Sintomatiche di questa esigenza sono:

- a) la diffusione di nuove forme di turismo, quali il *turismo verde* o l'*agriturismo*, in costante crescita a partire dagli anni '90 con la recente espansione degli agriturismi anche in aree periurbane;
- b) la diffusione, in contrasto con la globalizzazione dei consumi e con l'impiego di biotecnologie innovative nella preparazione di nuovi alimenti, nella società '*opulenta*' di tradizioni culinarie fortemente legate all'identità del "*bioterritorio*", nonché una richiesta di prodotti in grado di rappresentare un sistema più ampio di valori (artigianato, paesaggio, storia, stile di vita).

Esisterebbe una stretta dipendenza tra rapporto *campagna-città* e organizzazione socio-economica di una popolazione²⁶³.

La suddetta dipendenza ha origini molto antiche. A esempio, le "città-tipo" sannite costituite nel IV secolo in seguito ai primi insediamenti in Campania delle popolazioni italiche dedite alla *transumanza* erano fortemente ancorate alla campagna e includevano i seguenti elementi²⁶⁴:

- a) il *pagus* (*una sorta di distretto territoriale*), identificativo di una singola tribù, corrispondente alla superficie completa di estensione della città, con un andamento altimetrico mediamente pianeggiante, circoscritto da fiumi e da pendii montuosi, indispensabili per la pratica della pastorizia; più *pagi* costituivano la *touto*, la *touto* (lo stato), con un governo di tipo repubblicano su basi democratiche; ogni *touto* aveva un centro che fungeva da capitale e che rappresentava il fulcro amministrativo; a esempio, *Bovianum* era la capitale dei Pentri;
- b) *i vici*, nuclei abitativi non stanziali, costituiti da un'edilizia funzionale all'agricoltura e alla pastorizia (capanne e rifugi rudimentali in legno, grotte), dislocati in maniera sparsa nel *pagus*;
- c) le *necropoli*, luoghi di sepoltura collegati ai nuclei abitativi, ubicati poco distanti dagli stessi;

²⁶³ TORQUATI B. , GIACCHÈ G.. (2010). Rapporto città - campagna e sviluppo rurale. *Agriregione*europa, anno 6, n. 20 (Mar).

²⁶⁴ BISCARDI R.. (2019). Saticola, città visibile e nascosta. https://www.academia.edu/108169547/Saticola_citt%C3%A0_visibile_e_nascosta?uc-g-sw=1125679.

- d) le *arx* in altura, recintate da elementi lineari in pietra, allo scopo di contenere la popolazione di più *vici* e le loro greggi, per il salvataggio dai pericoli della valle;
- e) i luoghi deputati alle funzioni prettamente urbane, localizzati in media pianura:
 - i. l'*hurz*, spazio recintato nascosto tra i boschi presso i fiumi, in cui si trovavano gli altari consacrati agli dèi sanniti;
 - ii. il foro, mercato e centro produttivo artigianale, creato lungo i tratturi principali, risultato di una evoluzione urbana conseguente all'incontro con i Romani, all'indomani della costituzione dello Stato Sannio;
- f) i *tratturi*, le vie delle greggi transumanti, nonché vie di comunicazione in senso lato, che attraversavano ampi territori e che superavano i confini di ogni singola *touto*.

La scelta del terreno pianeggiante consentiva ai Sanniti di abbinare all'allevamento la coltivazione dei cereali nel periodo estivo.

Si ricorda che, storicamente, la ricerca di un contatto tra *'ruralità'* e *'città'* era spesso parte integrante di un riassetto degli insediamenti o di strategie politiche su larga scala, come evidenziato da alcune opere d'arte del Medio-Evo e del Rinascimento; opere che esprimono, storicamente, il progetto della *'forma urbis et agri'*. Un esempio è *"l'allegoria del Buono e Cattivo governo e dei loro effetti in Città e campagna"* di Lorenzetti A. (1338, Siena), un affresco emblematico di un disegno geopolitico tendente a individuare un equilibrio tra la città e il contado, in cui gli artigiani e i commercianti delle città traevano la loro ricchezza da un rapporto con i produttori del contado. Altrettanto emblematiche sono le *'ville suburbane'* o *'ville fattoria'* di *'palladiana memoria'* inserite in un piano strategico di *'riterritorializzazione'* della ricchezza dopo l'indebolimento del predominio navale subito da Venezia nel 1509; tale *"riterritorializzazione"* veniva tradotta dal Palladio in una vera e propria *'poetica'* del territorio²⁶⁵.

Come riportato da Torquati B. e Giacchè G.²⁶⁶, il rapporto tra città e campagna, dopo il progressivo affrancamento della città dalla campagna, anche grazie allo sviluppo di tecniche di conservazione degli alimenti e alla diffusione di mezzi di trasporto veloce, perde la

²⁶⁵ CALORI A.. (2011). Geopolitica e progetto di territorio, *op. cit.*.

²⁶⁶ TORQUATI B. , GIACCHÈ G.. (2010). Rapporto città - campagna e sviluppo rurale. Op. Cit..

sua connotazione “*funzionale*” e l’agricoltura rientra negli schemi di pianificazione, solo in relazione alle strategie di sviluppo delle città.

Vi è stata, pertanto, la tendenza a realizzare vere e proprie città ‘clonate’ (*Cyber Urbes*) nelle quali viene a mancare qualsiasi legame di tipo ‘*geo-psichico*’ e ‘*culturale*’ con il *bioterritorio*, quindi con la storia di ciascuno di noi inserito in un contesto sociale dinamico, ma fortemente ancorato alle tradizioni peculiari di un dato *bioterritorio*. Si auspica, pertanto, un’inversione di tale tendenza in modo da sviluppare un ritorno alla *visione umanistica* di ‘*agorà*’ che dovrà sostituire quella di ‘*Cyber urbes*’. Pertanto, l’informazione dovrebbe rendere più convinta la partecipazione del cittadino alla conoscenza della complessa attività dell’azienda o impresa agricola in cui è inclusa quella zootecnica nei suoi risvolti di tutela dell’*agroecosistema* naturale. E’ proprio l’operatore zootecnico, particolarmente, che fino a oggi ha provveduto alla conservazione dell’*agroecosistema*, con particolare riferimento a quello *collinare e montano*²⁶⁷.

In accordo con l’obiettivo 11 (“urbanizzazione ‘*inclusiva*’ e ‘*sostenibile*’”) dei 17 traguardi per lo sviluppo sostenibile dell’Agenda ONU 2030, risulta fondamentale realizzare ‘*infrastrutture verdi*’; queste ultime possono essere considerate reti di aree naturali e seminaturali pianificate, in abbinamento ad altri elementi ambientali, al fine di garantire i *servizi ecosistemici*^{268,269,270,271}.

²⁶⁷ MATASSINO, D.. La biodiversità base insostituibile per una produzione animale a misura d'uomo. Atti 3° Conv. Naz. 'Biodiversità - Tecnologie - Qualità'. Reggio Calabria, 16-17 giugno. Ed. Laruffa, Reggio Calabria, 29, 1997.

²⁶⁸ DE FALCO E., BELLINO L.1, AQUINO R., SANTORIELLO A.S., MUSMECI D., LAURINO L., SALERNO G.. (2021). Primi risultati dello studio fitosociologico condotto nell’area archeologica di Atripalda (AV) e potenzialità di valorizzazione. Atti XIII Convegno Nazionale Biodiversità “Agricoltura, ambiente e salute”, Foggia, 7 - 9 settembre 2021, p. 257.

²⁶⁹ DI RENZO P., COLONNA D., CORNACCHIA M., DE FRANCESCO G., MASSARO S., LORUSSO G.. (2021). IxE-CO2 - Rigenerare il sistema urbano con la natura. Atti XIII Convegno Nazionale Biodiversità “Agricoltura, ambiente e salute”, Foggia, 7 - 9 settembre 2021, p. 255.

²⁷⁰ PAPAGNI I., LATINI A., GATTI L., DE ROSSI P., GIAGNACOVO G., CAMPIOTTI C.A., SPERANDEI M., SERAFINI M., MARIANI S.. (2021). Studio del genere *Echium*: suo utilizzo nel verde urbano pensile. Atti XIII Convegno Nazionale Biodiversità “Agricoltura, ambiente e salute”, Foggia, 7 - 9 settembre 2021, p. 258.

²⁷¹ PILO A., DEVECCHI M., GHERSI A., NICOLA S.. (2021). Paesaggio e Agricoltura 4.0: qualità e tecnologia, progettare la prima deep farm in Italia nel sottosuolo varesino. Atti XIII Convegno Nazionale Biodiversità “Agricoltura, ambiente e salute”, Foggia, 7 - 9 settembre 2021, p. 256.

5.1.9.1. Orto urbano

L' "orto urbano" nelle sue diverse forme (*orto condiviso, orto sociale, orto didattico, orto terapeutico, orto aziendale, orto in balcone o in terrazza; orto verticale, orto aperto o collettivo, ecc.*) può essere considerato un aspetto importante dell' "agricoltura urbana"; la sua pratica, se da un lato rientra nell'*agri-civismo* o *agricoltura civica*, intesa come impegno civico a tutela delle aree verdi urbane, dall'altro è finalizzata all'ottenimento di alimenti di elevato valore *nutraceutico* fortemente legati alla "geografia della salute" nel senso che essi sono peculiari della *microbiosfera* di quella *area geografica*. Il significato di "geografia della salute", sarà approfondito nel paragrafo 5.1.11.

La **tabella 5** riporta i dati relativi all'estensione del verde urbano e degli orti urbani distintamente per ripartizione geografica nazionale.

Tabella 5 - Italia. Superficie totale di verde urbano e di orti urbani distintamente per ripartizione geografica e loro percentuale rispetto alla rispettiva copertura totale nazionale includente l'insieme dei comuni capoluogo di provincia/città metropolitana (dati ISTAT 2021²⁷²).

Ripartizione geografica nazionale	Verde urbano* (m²) e percentuale rispetto alla superficie totale nazionale	Orti urbani (m²) e percentuale rispetto alla loro superficie totale nazionale
1. Nord Ovest	112.769.964 (20%)	447.088 (21%)
2. Nord Est	202.575.961 (35 %)	1.029.527 (47%)
3. Centro	134.981.234 (24 %)	422.647 (19%)
4. Sud	85.094.195 (15 %)	187.130 (8,6 %)
5. Isole	36.854.071 (6%)	84.767 (3,9 %)
Italia	572.077.425	2.171.159

* Il verde urbano include: verde storico (vincolato ai sensi del D.lgs 42/2004 e s.m.i.), parchi urbani, verde attrezzato, aree di arredo urbano, forestazione urbana, giardini scolastici, orti botanici, orti urbani, giardini zoologici, cimiteri, aree sportive all'aperto, aree boschive, verde incolto, altro.

²⁷² ISTAT, Tavole di dati - Ambiente urbano (Tavola 12.2), Anno di riferimento 2021. Anno di pubblicazione febbraio 2023 . <https://www.istat.it/it/archivio/281184> .

La **tabella 6** riporta i dati relativi alla estensione degli orti urbani in alcune regioni italiane.

Tabella 6 - Italia. Superficie occupata dagli orti urbani in alcune regioni e percentuale rispetto al totale della superficie degli orti urbani a livello nazionale (**2.171.159 m²**) considerando l'insieme dei comuni capoluogo di provincia/città metropolitana (dati ISTAT 2021²⁷³).

Regione italiana	Superficie, m²
Emilia Romagna	722.073 (33,3 %)
Lombardia	239.912 (11,0 %)
Toscana	180.446 (8,3 %)
Veneto	234.354 (10,8 %)
Piemonte	151.139 (7,0 %)
Campania	121.220 (5,6 %)
Marche	124.842 (5,8 %)

L'*agricoltura civica* si basa su un modello di produzione agricola di piccola/media scala fortemente integrato nel sistema locale ed è caratterizzata da un supporto reciproco tra agricoltori e consumatori in una visione della società fondata su pratiche sociali, economiche e ambientali sostenibili. I tre punti cardine di tale agricoltura sono: *reciprocità*, *responsabilità* e *bene comune*, in linea con principi che possono essere fatti risalire all'*economia civile*; argomentazione, quest'ultima, apparsa per la prima volta nelle "*Lezioni di commercio o sia di economia civile*" nell'ambito dell'*Economia della storia*, la cui Cattedra fu istituita nel 1754, presso l'Università di Napoli (oggi 'Federico II') e affidata all'ultrailluminato abate, filosofo, socio-economista Genovesi A. (1713 – 1769), nato a Castiglione (Sa). L'*economia civile* si contraddistingue dall'*economia classica* per il *principio di reciprocità*; essa include altri due principi che sono propri dell'*economia politica* di A. Smith (1723 – 1790): quello dello *scambio di equivalenti* (efficienza) e quello di *redistribuzione* (equità). Pertanto, l'*economia civile* include l'*economia politica*' e non viceversa²⁷⁴.

²⁷³ ISTAT, Tavole di dati - Ambiente urbano, Anno di riferimento 2021. Op. Cit..

²⁷⁴ MATASSINO D.. (2011). Filosofia strategica gestionale di un bioterritorio. Convegno "L'Università Popolare del Fortore racconta i suoi primi dieci anni", San Bartolomeo in Galdo (BN), 8 ottobre 2011. ARS, Edizione telematica (www.scienzaegoverno.org). Il Picentino, XLVI, n.s., 2012, 26.

Genovesi A.²⁷⁵ sottolinea continuamente come le relazioni di *reciprocità* e di *gratuità* contribuiscano a migliorare il benessere del singolo e della collettività, perché facilitano il raggiungimento della '*felicità*', quindi della *personalità 'civile'*.

Un pò di storia. Tracce di orto urbano sono documentate già nella città antica di Pompei, dove il verde rappresentava un elemento strettamente connesso con la vita urbana. Anche nel territorio extramuraneo, ville signorili al centro di floride aziende agricole si alternavano con i viridari e gli orti posti all'interno delle *domus*.

Tra i prodotti orticoli, alcuni venivano anche considerati per le loro proprietà medicinali (a esempio, finocchio e lattuga, sacri ad Adone, molto usati come calmanti e sonniferi). Le specie botaniche coltivate nei giardini pompeiani venivano anche utilizzate a scopo decorativo, per la preparazione di cosmetici e per il confezionamento di tessuti^{276,277}.

Nel Medioevo si afferma l'*hortus conclusus*: un orto recintato in piena zona urbana costruito sul modello degli spazi verdi che i monaci coltivavano nell'area del monastero con il duplice scopo di autosostentamento e di supporto terapeutico con erbe medicinali²⁷⁸. La mappa del convento di San Gallo (Svizzera, primi decenni del IX secolo) costituisce un esempio tipico di organizzazione dell'orto monastico, il quale prevedeva 4 spazi: un giardino claustrale, un frutteto, un *hortus* per le necessità alimentari, un *herbularius* destinato alla coltivazione delle piante officinali; quest'ultimo era ubicato in prossimità dell'infermeria²⁷⁹.

Con il periodo delle crociate l'arte di comporre i giardini risentì degli scambi culturali con il Medio Oriente, con l'introduzione di frutteti e fiori organizzati con simmetria e gusto estetico raffinato.

²⁷⁵ GENOVESI A. (1767). Lezioni di commercio o sia di economia civile (Ed. critica a cura di M.L. Perna, Istituto Italiano per gli Studi Filosofici, Napoli, 2005).

²⁷⁶ DE PASCALE S.. (2014). Gli orti sepolti di Pompei. Convegno organizzato dalla Sezione Sud-Ovest dell'Accademia dei Georgofili e dal Dipartimento di Agraria dell'Università Federico II di Napoli "Verso Pompei: l'agricoltura dell'epoca nella storia e nelle immagini", 9 ottobre 2014, Portici (Na).

²⁷⁷ RANDAZZO A.. (2020). Torna a splendere il verde di Pompei: viaggio tra giardini, orti, frutteti e vigneti ritrovati, 13 Luglio 2020, <https://www.madeinpompei.it/2020/07/13/torna-a-splendere-il-verde-di-pompei-viaggio-tra-giardini-orti-frutteti-e-vigneti-ritrovati/>

²⁷⁸ DALL'AGATA D.. (2017). "L'orto in città: dalle radici storiche alle pratiche contemporanee: Agricoltura, pedagogia, recupero urbano e interculturalità in quattro casi di studio nel contesto bolognese". Dickinson College Honors Theses. Paper 264.

²⁷⁹ GIUSTI. M.A..(1991). I giardini dei monaci., Maria Pacini Fazzi Editore, Lucca.

Pietro dè Crescenzi (1233-1320) nel suo trattato *Ruralium Commodorum libri XII* ha descritto due tipi di giardini:

- a) uno destinato al popolo, volto soprattutto all'utilità, caratterizzato da un prato, da una siepe di rose e da alberi da frutta; tra questi ultimi venivano piantati filari di viti ed erbe aromatiche;
- b) l'altro destinato alla classe agiata (circa 50 moggia) contenente un fitto bosco per gli animali selvatici, voliere e un laghetto per pesci.

Il Giardino della Minerva sito nel cuore del centro antico di Salerno, la cui presenza si fa risalire già al XII secolo, ma menzionato la prima volta in un documento del 1316 come *viridario*, era collegato alla Scuola Medica Salernitana e ospitava piante da cui si ricavano i principi attivi impiegati a scopo terapeutico. Matteo Silvatico, botanico e medico di fiducia del re Roberto d'Angiò vi svolgeva una vera e propria attività didattica per mostrare agli allievi della Scuola Medica le piante e le loro caratteristiche (*Ostensio Simplicium*).

Nel 1600 circa, si assiste allo sviluppo della *Horticultural therapy* nei paesi anglosassoni, ove i cittadini meno abbienti ripagavano l'assistenza ricevuta in ospedale con la cura dei giardini nosocomiali; contemporaneamente, i medici riscontravano anche un giovamento terapeutico nei pazienti dediti a tale attività. I benefici rilevati riguardavano il 'comportamento' (riduzione di stress, di disagio, ecc.), il sistema *cognitivo* (incremento dell'autostima legata alla soddisfazione nel veder crescere una pianta e di utilizzarne i frutti) e il *benessere fisico* (aumento non stressante dell'attività motoria; stimolazione delle capacità visive, tattili e olfattive). Successivamente, l'agricoltura si spostò e si concentrò nelle zone rurali e risentiva sempre di più dello sviluppo delle tecniche agrarie. Dopo la rivoluzione industriale nell'Ottocento, in concomitanza con l'urbanizzazione e con la retribuzione non sempre consona della classe operaia, fiorirono "orti urbani" con funzione di integrazione del salario. Tra le prime associazioni di singole persone, famiglie o piccole comunità dedite alla coltivazione di "orti urbani" si ricorda quella costituita in Germania nel 1864 dal medico D. G. Moritz Schreber (1808-1861), dedito principalmente allo studio della salute dei bambini e delle conseguenze sociali della vita urbana all'inizio dell'industrializzazione, da cui il nome *schrebergarten* con cui in tale paese erano noti gli "orti urbani"; tuttavia, la storia degli "orti urbani" ebbe ufficialmente inizio in Francia nel 1896, anno in cui l'abate J. Lemire istituì i "jardins ouvriers" allo scopo di offrire un

aiuto alle famiglie in gravi difficoltà economiche; nel 1909 questo tipo di *orto* venne anche *riconosciuto* di pubblica utilità. In Italia, lo sviluppo di coltivazioni orticole all'interno di aree urbane si riscontrava già dalla prima metà del XIX secolo, in particolare nelle regioni settentrionali; in questo periodo e nei primi decenni del XX secolo, il carattere autonomo e spontaneo degli '*orti urbani*' coesisteva con iniziali forme di gestione di *aree orticole* da parte di imprenditori industriali che costituivano i cosiddetti '*villaggi operai*'. All'inizio degli anni '40, gli *orti* divennero '*orti di guerra*' e il loro numero salì vertiginosamente in quasi tutte le città: a Milano si passò da circa 1.000 a oltre le 10.000 unità. Dopo la guerra il fenomeno degli "*orti urbani*" decrebbe significativamente per poi riemergere tra gli anni '50 e '60 nelle periferie di città del Nord a opera degli immigrati dalle campagne dell'Italia meridionale.

L'orto urbano oggi. Oggi gli "*orti urbani*" sono considerati espressione di modernità e di ricerca di un nuovo stile di vita che si concretizza non solo nel recupero di relazioni e di attività sociali, ma anche nel consumo di cibo prodotto *localmente* e secondo il *ritmo delle stagioni*, avente le caratteristiche proprie dell'agricoltura '*biologica*', ma decisamente più autentico dei cibi cosiddetti di *agricoltura 'biologica'* prodotti spesso a migliaia di chilometri di distanza dal luogo di residenza del consumatore. Inoltre, viene riconosciuto il beneficio dell' "*orto urbano*" a supporto di terapie mediche²⁸⁰.

In particolare, concordando con Masciarelli E. *et al.*²⁸¹, l' "*orto urbano*", purché realizzato in aree '*non inquinate*' (*'prerequisito fondamentale*), può apportare i seguenti vantaggi specifici:

- a) riqualificazione di aree urbane e periurbane degradate;
- b) promozione di filiere agroalimentari corte;

²⁸⁰ MATASSINO D.(2015). Global sustainability for a world of 'smart' bio-territories. Proceedings of I Workshop "Global sustainability inside and outside the territory" (a cura di C. Nardone e S. Rampone), Benevento, 14 febbraio 2014. World Scientific Publishing Company, 2015, 113-146. Sito internet ASPA (<http://aspa.altervista.org/>; link: 'archivio Prof. Donato Matassino').

²⁸¹ MASCIARELLI E., CASORRI L., FICOCIELLO B., DI LUIGI M., CICHELLI A.. (2021). Il potenziale contributo degli orti urbani per la salute umana e la biodiversità. Atti XIII Convegno Nazionale Biodiversità "Agricoltura, ambiente e salute", Foggia, 7 - 9 settembre 2021, p. 254.

- c) incoraggiamento di attività all'aria aperta favorenti aggregazione, integrazione, miglioramento di condizioni di disagio e di esclusione;
- d) promozione di modelli economici e di esperienze occupazionali alternative per pazienti psichiatrici, anziani, disabili e disoccupati;
- e) contributo a modelli alimentari salutistici basati sull'utilizzo di prodotti a basso tasso di fitofarmaci, rispettosi della stagionalità delle produzioni e basati sul rinnovato interesse verso l'impiego di erbe aromatiche;
- f) regolazione del micro clima delle città e immagazzinamento di CO₂ sotto forma di *humus* (un aumento di C del suolo dell'1% corrisponde a 260 t/ha di CO₂);
- g) costituzione di laboratori teorico-pratici per l'educazione alla biodiversità e all'alimentazione; infatti, l'*orto urbano* costituisce uno strumento importante per rafforzare la *conoscenza* del patrimonio di varietà, di tipi genetici autoctoni (e loro prodotti) e della gastronomia locale;
- h) costituzione di rifugio per specie selvatiche autoctone e tipi genetici autoctoni.

L'orto urbano, quindi, contribuisce al mantenimento della '*biodiversità*' della '*microbiosfera*' di un determinato "*bioterritorio*" ('*area geografica*') e ai '*servizi ecosistemici*'.

5.1.9.2. Biodiversità urbana

L'associazione tra *biodiversità* ed ecosistemi urbani riguarda, solitamente, gli effetti negativi dell'urbanizzazione sulla biodiversità. Tuttavia, i concetti di biodiversità possono essere facilmente applicati allo stesso ecosistema urbano e, dato che il processo di urbanizzazione è ormai irreversibile, il ripristino, la preservazione e il miglioramento della biodiversità nelle aree urbane diventano fondamentali.

La gestione *urbanistica* sta evidenziando interessanti aperture in una revisione dello scenario ecologico: i risultati di approfondite analisi di carattere ecologico evidenziano che la "*biodiversità urbana*" è ancora ricca di radici native e preziose proprie di una *diversità locale e autoctona antica* derivante da specie *endemiche* che popolano microaree verdi e parchi; a esempio, nella città di Roma, su 115 specie di uccelli rilevate, ben 106 (~ 92%) sono native e soltanto

9 (~ 8%) sono *esotiche*²⁸². Queste specie *endemiche* riflettono, in realtà, proprio l'unicità biologica della *microbiosfera* di una determinata area geografica. L' "urbanizzazione" è foriera, inconfutabilmente, di una perdita di "biodiversità", ma essa può anche svolgere un ruolo basilare nella tutela di specie *native*. Questa realtà è da attribuire, fondamentalmente, alla "capacità al costruttivismo" di qualsiasi organismo vivente. *Questa nuova visione ecologica dell'ambiente urbano costituisce, verosimilmente, un vero e proprio cambio di paradigma identificabile con la "urban ecology"*²⁸³, la quale studia la biodiversità che resiste e si evolve nelle aree più antropizzate; pertanto, la città può essere considerata, nella fattispecie, non solo fattore di riduzione della 'biodiversità' ma anche un possibile strumento di *tutela di specie endemiche* a rischio di estinzione, rappresentative di una *diversità biologica* di una determinata *area geografica*. Tra le specie da tutelare si annoverano quelle appartenenti ai chiropterici per il loro ruolo di insettivori efficace in ambito urbano nella lotta integrata contro pappataci e zanzare.

Alla luce di quanto detto, la comprensione del processo di sviluppo del "verde urbano" e le strategie di conservazione della biodiversità nello spazio verde urbano è essenziale per uno sviluppo urbano sostenibile. L'anno 2009 è stato decisivo per gli studi su tale aspetto e il numero di articoli è aumentato esponenzialmente²⁸⁴.

Le priorità della futura ricerca legate agli ecosistemi urbani possono essere individuate in 3 gruppi principali²⁸⁵:

- (1) impatto della città stessa sugli ecosistemi adiacenti;
- (2) come massimizzare la *biodiversità* all'interno dell'ecosistema urbano;
- (3) gestione delle specie selvatiche all'interno dell'ecosistema.

Il miglioramento della biodiversità negli ecosistemi urbani, se ben attuato, può avere un impatto significativo e positivo sulla qualità

²⁸² ARONSON M. F. J. *et al.*. (2014). A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proc. R. Soc B*, 281, <http://rspb.royalsocietypublishing.org/>.

²⁸³ PIEVANI T. Quale futuro per la biodiversità. Cambio di prospettiva. *Le Scienze*, aprile 2022, 52-58.

²⁸⁴ ZHAO X., LI F., YAN Y., ZHANG Q.. (2022). Biodiversity in Urban Green Space: A Bibliometric Review on the Current Research Field and Its Prospects. *Int J Environ Res Public Health*, Oct 1, 19(19).

²⁸⁵ SAVARDA JEAN-PIERRE L., CLERGEAUB P., MENNECHEZ G.. (2000). Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning* 48131-42.

della vita e sull'istruzione della popolazione urbana in costante crescita.

Relativamente alla *biodiversità urbana*, si riportano le seguenti considerazioni²⁸⁶:

- a) i principi utilizzati per la gestione o il miglioramento della biodiversità possono essere applicati anche agli ecosistemi urbani;
- b) a causa della natura altamente dinamica degli ecosistemi urbani, un piccolo sforzo di gestione può avere un grande effetto sull'abbondanza e sulla diversità entro una specie;
- c) sono necessarie azioni su più scale spaziali nelle quali le caratteristiche locali e paesaggistiche sono importanti da considerare;
- d) gli ecosistemi urbani possono essere di grande valore per una varietà di altri organismi o per molti altri aspetti della biodiversità (struttura di popolazione, diversità genetica, ecc.); a esempio, piante rare possono essere coltivate nei cortili, mantenendo una fonte di variabilità genetica; i fiori che attirano le farfalle possono essere coltivati nei parchi e anche in lotti privati in modo che la diversità delle farfalle aumenti; stagni e zone umide nei parchi urbani attirerebbero una varietà di organismi acquatici, ecc.;
- e) il miglioramento della biodiversità urbana può anche avere impatti economici diretti poiché le proprietà residenziali adiacenti alle *greenways* o ai parchi urbani hanno un valore di mercato più elevato rispetto a proprietà simili non adiacenti;
- f) è essenziale incorporare una componente sociale nella gestione della biodiversità nelle aree urbane; pertanto, i desideri e le percezioni dei residenti urbani devono costituire parte integrante della gestione della biodiversità negli ecosistemi urbani; tali aspetti debbono essere meglio quantificati.

²⁸⁶ SAVARDA JEAN-PIERRE L., CLERGEAUB P., MENNECHEZ G.. (2000). Biodiversity concepts and urban ecosystems. Op. Cit.

E' possibile ritenere che la *biodiversità urbana* comprenderà una frazione sempre crescente del “magazzino” mondiale della *biodiversità* del futuro.

5.1.10. Motivazione socio-economica

«Stabilire il valore della biodiversità per le economie è importante, in parte perché aiuterà i decisori politici di tutti i paesi a comprendere che perdere la natura ha un costo. Ma allo stesso tempo, una valutazione economica deve tenere conto delle prospettive delle discipline umanistiche, dei paesi in via di sviluppo e dei membri delle comunità indigene» (Nature, 2019)²⁸⁷

La *semplice conservazione* della risorsa genetica autoctona come ‘*museo*’ è ormai *inconcepibile*; la tutela della ‘*diversità biologica*’ deve implicare un suo uso produttivo. *L’efficienza dell’uso di una risorsa genetica, come fattore di produzione, sarà sempre più una variabile importante, ‘se non determinante’, della competizione o dell’integrazione economica fra i sistemi produttivi bioterritoriali al fine di realizzare un sistema socioeconomico in linea con gli obiettivi dello sviluppo sostenibile.*

Nel considerare il valore della “*biodiversità*” in termini economici è necessario prendere in considerazione il suo “*valore d’uso*” (*use o user value*) e il suo “*valore del non uso*” (*non-use o non-user value*). Il “*valore d’uso*” si riferisce al valore attuale o futuro dell’utilizzo della “*biodiversità*” per l’umanità, mentre quello “*di non uso*” si riferisce al valore intrinseco e non strumentale attribuito alla semplice esistenza di un bene o di una risorsa (*existence value*)²⁸⁸.

Il *valore d’uso* può essere:

- a) *diretto*: i derivati dalla produzione di cibo diretti derivanti dal suo allevamento (carne, lana, latte, lavoro, ecc.), nonché da altri prodotti e servizi;
- b) *indiretto*: a esempio fornenti un supporto alla tutela del paesaggio e all’agroecosistema;

²⁸⁷ NATURE. (2019). Valuing nature, 573 , 463-464 (Editoriale).

²⁸⁸BOYAZOGLU J. G. E CARDELLINO R. A.. (2008). Una breve nota sulle possibilità future per la biodiversità di interesse zootecnico . Relazione presentata in occasione del Convegno “La ‘biodiversità’ base dell’innovazione”, organizzato dall’Università degli Studi del Sannio e dalla Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali in onore del prof. Donato Matassino, Benevento, 16 dicembre 2008.

- c) di “opzione”: fornente flessibilità per far fronte a eventi futuri inattesi (a esempio, l’insorgenza di nuove malattie, o gli effetti dei cambiamenti climatici, ecc.).

Il valore di ‘non uso’ è quello connesso alla soddisfazione del singolo individuo o delle società di uomini.

Sulla base dei suddetti principi, è stata elaborata un’equazione che collega i suddetti 3 valori per calcolare il valore economico complessivo di una razza (TEV, *Total Economic Value*)^{289,290}:

$$TEV = DUV + IUUV + OV + NUV$$

dove:

- DUV = *Direct Use Value*;
- IUUV = *Indirect Use Value*, legato al ruolo culturale o ecologico di una razza;
- OV = *Option Value*
- NUV = *Non-Use Value*, è il valore derivante dalla stima dell’importanza culturale e storica di una razza.

L’agricoltura, attualmente intesa come “*ruralità multifunzionale sostenibile*”, è uno dei settori in cui la “*biodiversità*” ha un “*valore d’uso*” tra i più elevati.

5.1.10.1. Bioeconomia

La *teoria bioeconomica*, formulata nel 1960 da N. Georgescu Roegen, attinge le sue origini dalla concezione che A. Marshall così esprime nel 1890: “*l’azione della natura è complessa, e nulla si guadagna a lungo andare pretendendo che sia semplice e cercando di descriverla in una serie di proposizioni elementari*”. In base a tale concezione, il *Primo Rapporto Mondiale sulla felicità* afferma che la *bioeconomia* va concepita non in termini di *profitto* e di *utilità* bensì in termini di disciplina pienamente inserita nella *scienza della vita*.

La *teoria bioeconomica* si basa sui seguenti tre capisaldi²⁹¹:

- a) una nuova concezione del sistema “*consumatore - biosfera interessata*”;

²⁸⁹DRUCKER A.G., GOMEZ V., ANDERSON S.. (2001). The economic valuation of farm animal genetic resources: a survey of available methods. *Ecological Economics* 36, 1–18.

²⁹⁰ BROWN K, PEARCE D., PERRINGS C., SWANSON T.. (1993). Economics and the conservation of global diversity. Working Paper Number 2. Global Environmental Facility. Washington D.

²⁹¹ MATASSINO D.. (2011). Filosofia strategica gestionale di un bioterritorio. *Il Picentino XLVI* (numero speciale), 26.

- b) il miglioramento dinamico del benessere della *persona* rivalutando la funzione di beni durevoli e relazionali;
- c) il capitale naturale cioè le *risorse endogene* di un “bioterritorio”.

La *complessa problematica* di uno *stato “ottimale”*, dinamico nel tempo e nello spazio, di *benessere fisico, psichico e sociale* della “*persona*” deve considerare, in una visione “*antropologica*”, la cosiddetta “*felicità pubblica*”, identificabile con il concetto di “*economia civile*”^{292,293} di A. Genovesi, quindi di “*personalità civile*” che, a sua volta, è legata, come già detto, alle relazioni di *reciprocità* e di *gratuità*. In accordo con la concezione di “*capitale sociale*” o “*capitale civile*” (fiducia negli altri e cooperazione): «*L’interesse ‘individuale’ non fa la ‘felicità collettiva’; al contrario, il ‘benessere e la ricchezza collettiva’ consentono di ottenere la ‘felicità individuale’; la ricerca del vantaggio economico va perseguita non rispetto all’ ‘individuo’, ma rispetto alle ‘organizzazioni/istituzioni’*»²⁹⁴

La tradizione *civile* dell’economia troverebbe i suoi prodromi in Aristotele (384/383 a.C. – 322 a.C. lezioni dedicate a *La politica*) il quale con il termine *eudaimonia* (= buona sorte; dal greco: *eu* = bene e *δαίμων-ονος* = destino, sorte] si riferisce alla *felicità* sia quale *premio alla virtù civile* concretizzantesi nell’uomo come animale sociale sia come *obiettivo della politica*: “*non c’è vita buona nella polis se non vi sono amicizia e vita in comune*”.

Nella *cultura cristiana* troviamo prodromi della tradizione civile in Sant’Agostino (354 d.C. – 430 d.C.), in San Benedetto (480 d.C.- 547 d.C.) e in San Tommaso dell’economia ’Aquino (1225-1274); ma ne troviamo anche nella ‘*città-stato*’ del ‘300 sotto forma

²⁹² La Cattedra di ‘*Economia civile*’, affidata nel 1754 ad A. Genovesi, viene istituita presso l’Università di Napoli (oggi Università ‘*Federico II*’ di Napoli), per la prima volta nell’ambito accademico nazionale e straniero, per interessamento di F. Galiani e grazie a un finanziamento di B. Intieri, nella consapevolezza che il miglioramento della società e lo stato di felicità umana possano essere conseguiti solo attraverso l’ottimizzazione dell’*insicindibile binomio “Economia-istruzione”*.

²⁹³ L’aggettivo *civilis* deriva dal sostantivo *civitas* = cittadinanza, comunità; la *civitas* romana si espandeva estendendo i diritti di cittadinanza ai popoli conquistati, i quali non erano più sudditi, ma diventavano parte di una comunità (Intervista di A. Zaccuri a S. Zamagni “Mercato e democrazia divorziano Ripartiamo dall’Economia civile”, *Avvenire*, 28 gennaio 2017, 9).

²⁹⁴ MATASSINO D. (2011). *Filosofia strategica gestionale di un bioterritorio*, *op. cit.*; GENOVESI A., *Delle lezioni di commercio, o sia d’economia civile*, da leggersi nella cattedra intieriana, dell’abate Genovesi, regio cattedratico, *Fratelli Simone* Napoli, 2 voll. (parte prima, per il primo semestre: 1765; parte seconda, per il secondo semestre: 1767).

di *Florentina libertas* e nell' *Umanesimo civile* dei secoli XV e XVI di F. Bacone (1561-1626).

Una *risposta alla necessità di costruire modelli economici alternativi*, più consoni a migliorare la *sostenibilità globale* è la economia "*comunitaria*" o di "*prossimità*", la quale presuppone un intreccio di relazioni funzionali in termini economici ma durature in termini di legami tra comunità; essa funge da *humus* per la rivitalizzazione economica e sociale delle "*comunità locali*", soprattutto se tale economia viene continuamente supportata dallo sviluppo tecnico e biotecnico, quale strumento fondamentale per rilanciare sia l'economia in termini di "*economia della condivisione*" o "*collaborativa*" (*sharing economy*) sia un forte *capitale sociale collettivo*²⁹⁵.

L' *economia collaborativa* si basa sul concetto di *disownership* (letteralmente "*rinuncia alla proprietà*") e sul principio del "*pay per use*" come alternativa alla '*proprietà giuridica dei beni*'; essa si concretizza nelle seguenti forme: *baratto (swapping)*, *noleggìo*, *donazione*, *prestito*, *co-abitazione (co-housing)*, *co-lavoro (co-working)*, *scambio di idee*, *collaborazione tra piú persone* per ottenere un servizio o un prodotto tramite idee creative e risorse economiche. E' ormai acclarato che lo scambio di idee e la collaborazione sono piú proficue se gli individui che cooperano sono diversi dal punto di vista della razza, della cultura e dell'estrazione sociale; l' *eterogeneità* in un gruppo stimolerebbe la creatività e l'innovazione grazie a un apporto di *diversità informazionale*²⁹⁶. La capacità e l'opportunità di cambiare riferimenti culturali favorirebbe la nascita di nuove idee²⁹⁷.

L' *economia collaborativa* rappresenta uno degli aspetti piú innovativi e interessanti dell' *economia circolare*.

Quest'ultima, come già detto, si fonda su una revisione dei sistemi produttivi orientati :

- a) a eliminare il concetto di rifiuto attraverso modelli ottimizzati per il riutilizzo dei prodotti;
- b) il disassemblaggio.

²⁹⁵ PALTRINIERI R., SPILLARE S.. (2016). Che cosa possiamo intendere con "economia di prossimità"? Cosa è stata in passato? Perché è entrata in crisi? Sotto quali forme sta ritornando? <https://www.slideshare.net/Cescocom/economia-e-prossimit>.

²⁹⁶ PHILLIPS K. W.. (2014). Come funziona la diversità. *Le Scienze*, 556, 41-45.

²⁹⁷ KAST B.. (2014). Altri occhi, nuove idee. *Mente e Cervello*, 120, 46-49. Gli psicologi cognitivi indicano come '*effetto Pessoa*' la capacità di un individuo di distaccarsi spazialmente e temporalmente dal proprio '*io*' immergendosi in altri riferimenti culturali per accrescere la propria '*creatività*' in analogia alla notevole prolificità letteraria dello scrittore F. Pessoa favorita, probabilmente, dai numerosi pseudonimi adottati.

In tale contesto si ricorda il *remanufacturing*, quale modello produttivo che si basa su processi ottimizzati per:

- a) evitare fenomeni di *downgrading* (degradazione);
- b) per trasformare vecchi prodotti – siano essi beni usati o rifiuti – in *prodotti nuovi*, portandoli a livelli prestazionali equivalenti o in alcuni casi addirittura superiori.

Si stima che a oggi, in Europa vengono generati 2,7 miliardi di tonnellate di rifiuti all'anno e solo il 40% di essi, viene avviato al riutilizzo, al riciclo, al recupero energetico e/o al compostaggio²⁹⁸.

5.1.11. Motivazione salutistica

«Fà che la 'medicina' sia il tuo 'cibo' e che il tuo 'cibo' sia la tua 'medicina'»

(Ippocrate di Kos, 460 ÷ 370 a.C., circa)

La *biodiversità* rappresenta la *conditio sine qua non* per la differenziazione dei prodotti destinati all'alimentazione umana soprattutto ai fini dell'ottenimento di *prodotti locali* dotati di ormai acclamate apprezzabili e peculiari caratteristiche *nutraceutiche*, utili per l'attuazione di una politica agroalimentare basata sulla definizione di *'mete nutrizionali'* differenziate in base al *"sesso"* e, entro questo, diversificate in base alla *"categoria demografica"* (neonato/a, bambino/a, adolescente, adulto/a, ultrasessantenne, ultraottantenne, ultracentenario/a) e allo *"stato fisiologico"* (donna in gravidanza o in allattamento, sportivo, ecc.) al fine di contribuire a una *"personalizzazione"* della nutrizione in termini di *"nutrigenetica"* e di *"nutriepigenetica"*²⁹⁹.

Nella *personalizzazione* della nutrizione bisogna considerare anche la *"cronoalimentazione"* che è strettamente connessa alla *"cronofisiologia"* la quale suggerisce l'utilità di ingerire un alimento

²⁹⁸ BONATO D.. (2015). Economia circolare: lavori in corso. Materia rinnovabile, 06-07 (ottobre-dicembre), http://www.materiarinnovabile.it/art/140/Economia_circolare_lavori_in_corso.

²⁹⁹ MATASSINO D., ZUCCHI G. e DI BERARDINO D.. (1991). Management of consumption, demand, supply and exchanges. Proc. Symp. 'On the eve of the 3rd millennium, the European challenge for animal production', Toulouse, 11 July 1990, EAAP n. 48, Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 105-124. MATASSINO D.. (1992). Il miglioramento genetico nei bovini per la produzione di latti finalizzati all'uomo. Atti Conv. 'Il ruolo del latte nell'alimentazione dell'uomo', Paestum, 24÷26 ottobre 1991. Quaderni Frisona, maggio 1992. MATASSINO D., INCORONATO C. e OCCIDENTE M.. (2006). Biodiversità e filiere produttive zootecniche. Atti 7. Convegno Nazionale Biodiversità 'L'agrobiodiversità per la qualificazione delle filiere produttive', Catania, 31 marzo ÷ 2 aprile 2005. Italus Hortus, 13 (2), 70-91.

in relazione al “*bioritmo*” giornaliero. La “*cronofisiologia*” è una branca della *cronobiologia* che studia l’ottimizzazione di processi fisiologici caratterizzati da ritmicità di tipo “*circadiano*” ed è variabile a seconda della “*persona*” o “*cronotipo*”. Vengono riconosciuti 3 cronotipi: a) “*mattutino*” o “*allodola*” caratterizzato da un “*bioritmo anticipato*” (con attività digestiva “*mattutina*” più efficiente di quella “*serale*”; b) “*serale*” o “*gufo*” caratterizzato da un “*bioritmo posticipato*” (con attività digestiva “*serale*” più efficiente di quella “*mattutina*”); c) “*intermedio*” (caratterizzato da “*bioritmo intermedio*” rispetto a quello degli altri 2 cronotipi).

In tale contesto sarebbe anche auspicabile una maggiore attenzione verso il consumo di prodotti che seguano il ritmo delle stagioni; tali alimenti vengono spesso prodotti localmente con filiere corte, quindi comportanti minori costi di produzione e di mantenimento.

Tutto ciò è in linea con la concezione di “*geografia della salute*”; quest’ultima, nel 1993 è stata definita da Picheral H., come «*studio spaziale della qualità della salute nelle sue relazioni con l’ambiente fisico, biologico, socio-economico, comportamentale e culturale*»; in accordo con tale concezione, la salute umana diventa imprescindibile dall’ambiente in cui la persona vive e si sviluppa già a partire dal grembo materno; la “*geografia della salute*” può costituire l’elemento fondante (pietra d’angolo) per giungere a una innovativa visione della salute in chiave globale, ove per “*globalizzazione della salute*” si può intendere la possibilità di assicurare uno stato di salute ‘*ottimale*’ agli abitanti della Terra considerando, però, le *peculiarità* degli alimenti propri del “*bioterritorio*” in cui ciascun individuo vive³⁰⁰; come evidenziato da Matassino D. *et al.*³⁰¹, un TGA/TGAA permette di realizzare il ‘*localismo alimentare*’; quest’ultimo è in effetti un progetto di difficile realizzazione, ma quanto mai urgente, visti:

- a) le condizioni e gli squilibri ecologici del pianeta Terra;
- b) le incongruenze nonché le problematiche che affliggono i nostri sistemi agroalimentari.

³⁰⁰ MATASSINO D.. (2011). Filosofia strategica gestionale di un bioterritorio. Convegno “L’Università Popolare del Fortore racconta i suoi primi dieci anni”, San Bartolomeo in Galdo (BN), 8 ottobre 2011. Picentino, XLVI (n.s.), 26-51. Sito internet ASPA (<http://aspa.altervista.org/>; link : archivio Prof. Donato Matassino).

³⁰¹ MATASSINO D., OCCIDENTE M. e INCORNATO C.. (2010). Il regime alimentare quale fattore di coevoluzione del genoma umano? ARS, 126, 30-36.

Il regime alimentare cui siamo meglio predisposti, fisiologicamente, per semplici motivi evolutivi, è quello che ha profonde radici nei prodotti provenienti dal nostro “*bioterritorio*” o, meglio ancora, dal “*bioterritorio*” da cui provengono i ‘*nostri avi*’. E’ auspicabile il conseguimento di un sistema integrato ‘*alimento di qualità – salute*’ ottenuto da produttori che operano con un forte legame “*bioterritoriale*” al fine di “*ritrovare un’alimentazione antica e sana che conservi i principi nutritivi che hanno accompagnato con successo l’evoluzione dell’uomo*”³⁰².

I TGA, specialmente antichi, sono fortemente da rivalutare per il loro grande e insostituibile contributo in qualità di ‘*traduttori*’ di ‘*biomolecole*’ in quanto capaci di trasformare le molecole presenti nel foraggio, in molecole ‘*biodisponibili*’ per l’uomo stesso nel latte, nella carne e loro derivati e nelle uova; la funzione di “*traduttore*” è più accentuata con un sistema di allevamento utilizzando il pascolo; a esempio, l’alimentazione con ‘*foraggi verdi*’, comportando una diminuzione degli acidi grassi saturi (SFA, *Saturated Fatty Acid*) e un aumento degli acidi grassi monoinsaturi (MUFA, *Monounsaturated Fatty Acid*) e polinsaturi (PUFA, *Polyunsaturated Fatty Acid*), risulta ‘*preziosa*’ per il riequilibrio della composizione acidica della frazione lipidica degli alimenti di origine animale; pertanto, ai fini salutistici dell’uomo, il quadrinomio: “*bioterritorio - TG/TGA/TGAA - prodotto locale - benessere fisico, psichico e sociale della persona (human welfare state e wellbeing)*” (**figura 7**) deve assurgere a sempre maggiore importanza; un prodotto locale riveste un ruolo fondamentale per la sostenibilità salutistica e sanitaria sia per la persona che per il “*bioterritorio*”, con riflessi positivi anche sulla sostenibilità economica.

³⁰² Fondazione Via dei Locavori, 2011, personal communication.

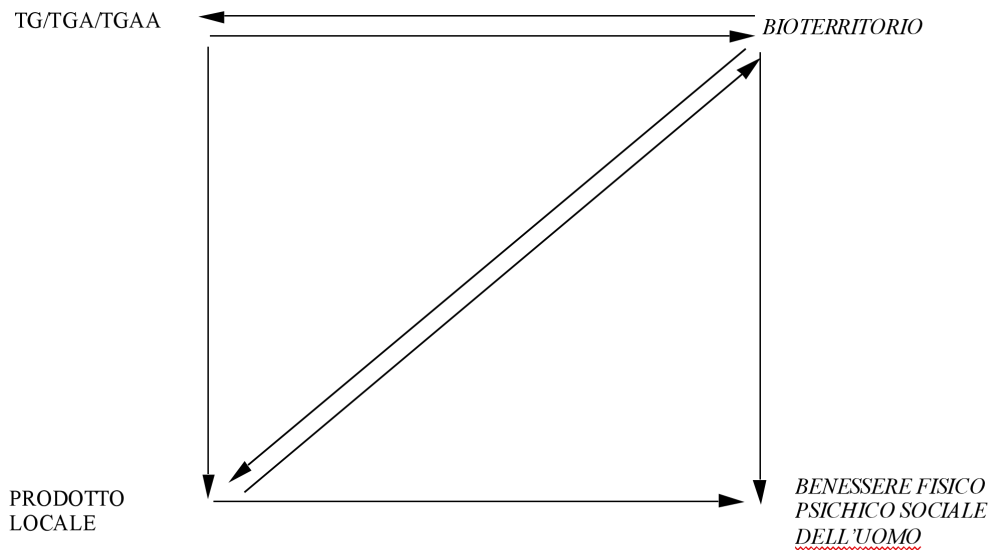


Figura 7. Quadrinomio caratterizzante la relazione “bioterritorio - TG/TGA/TGAA - prodotto locale - benessere della persona”³⁰³.

A esempio, le *razze ovine autoctone*, tra cui *Altamura*, *Bagnolese*, *Gentile di Puglia*, *Laticauda* e *Leccese*, allevate nell'Italia meridionale continentale, sono fortemente a rischio di estinzione; è quindi urgente trovare nuove soluzioni per valorizzare i loro prodotti e ottenere cibo sostenibile e intelligente dalle aziende agricole locali. Uno studio³⁰⁴ avente lo scopo di valutare la qualità commerciale, la composizione chimica e in acidi grassi delle carcasse di agnello dei suddetti TGA/TGAA hanno mostrato che il TGA/TGAA influenza il profilo degli acidi grassi della carne. Infatti, la composizione in acidi grassi del lombo ha mostrato valori più bassi di acidi grassi saturi nelle razze Altamura, Bagnolese e Leccese e il più alto contenuto di acidi grassi polinsaturi nella razza Altamura. L'analisi dei componenti principali ha raggruppato l'agnello in base al contenuto di acidi grassi e all'acido linoleico coniugato (CLA), agli acidi grassi omega n-3 e n-6, mostrando che i TGA/TGAA Altamura, Bagnolese e Leccese sono caratterizzati dai valori più elevati di contenuto di CLA (acido linoleico coniugato), noto per le sue proprietà antiaterogena, anticancerogena,

³⁰³ MATASSINO D.. (2007). Progetti per lo sviluppo dei territori. Op. Cit..

³⁰⁴ CILIBERTI M. G., SANTILLO A., MARINO R., CIANI E., CAROPRESE M., RILLO L., MATASSINO D., SEVI A. ALBENZIO M.. (2021). Lamb Meat Quality and Carcass Evaluation of Five Autochthonous Sheep Breeds: Towards Biodiversity Protection. *Animals*, 11, 3222. <https://doi.org/10.3390/ani11113222>.

batteriostatica, antiadipogenica, antidiabetogena, promotrice dei fattori di crescita e immunomodulante. I dati hanno dimostrato che la carne di agnello di razza autoctona ha una buona qualità della carcassa e che il contenuto di CLA, n-3 e n-6 risulta prezioso per il consumo umano; pertanto, la valorizzazione della qualità delle carni locali può contribuire a valorizzare i TGA/TGAA offrendo al mercato e al consumatore prodotti ad alto valore nutritivo.

Matassino D.³⁰⁵ evidenzia che un “*Prodotto Locale Tipizzato Etichettato*” (PLTE) costituisce un esempio illuminante ove l'utilizzazione della *'biodiversità'* legata alla variegata risorsa endogena di un “*bioterritorio*” è elemento insostituibile e fondamentale.

Nell'ambito degli alimenti nutraceutici, di particolare interesse è la “*biofortificazione degli alimenti*”, processo che consente di migliorare la *qualità nutrizionale* di una pianta o di una porzione di essa. Può essere ottenuta attraverso l'incremento di fattori nutrizionali – organici e/o minerali – introdotti nella pianta con diverse tecniche, oppure mediante la riduzione dei fattori antinutrizionali naturalmente presenti nei vegetali (a esempio esempio fitati e ossalati) che possono ridurre l'assorbimento di calcio, ferro e zinco a livello enterico. La produzione di prodotti *biofortificati* può essere ottenuta con tecniche di ingegneria genetica, manipolando il genoma della specie vegetale di interesse e con approcci di tipo agronomico, utilizzando la concimazione e i sistemi di coltivazione senza suolo. La *biofortificazione* potrebbe rivelarsi interessante se applicata anche ai mangimi.

³⁰⁵ MATASSINO D.. (2007). Progetti per lo sviluppo dei territori. Convegno: “Clima e Sostenibilità - Sostenibilità per nuove forme di occupazione nei territori rurali”, promosso da CNR-Ibimet, Roma, 27 giugno 2007. ARS, 114, 85-89.

6. Alcune riflessioni conclusive su autoctonia e sviluppo sostenibile

La biodiversità va considerata un vero e proprio pilastro fondamentale dello sviluppo sostenibile.

La tutela della risorsa “naturale” sta assumendo un ruolo sempre più importante, se non insostituibile, nell’approccio risolutivo degli innumerevoli problemi che interessano l’umanità del pianeta Terra ai fini di realizzare un sistema socio-economico sempre più proteso verso traguardi dinamici, spazialmente e temporalmente, propri di uno sviluppo “sostenibile”.

In particolare, l’obiettivo “15a” dei 17 dell’Agenda ONU 2030 (**figura 3**) si propone di «*Mobilizzare e incrementare in maniera significativa le risorse economiche da ogni fonte per preservare e usare in maniera sostenibile la biodiversità e gli ecosistemi*».

L’Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN, *International Union for Conservation of Nature*) definisce la “conservazione” della “biodiversità” come «*la gestione delle interazioni umane con la varietà di forme 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*».

Pertanto, la tutela della “biodiversità” non deve e non può costituire un’operazione fine a se stessa, ma deve rappresentare la premessa per la valorizzazione e l’utilizzazione sostenibile del patrimonio conservato. Così operando, è possibile dare nuovo impulso all’economia locale e allo sviluppo sostenibile in armonia con una condizione ottimale di utilizzazione delle risorse autoctone³⁰⁶.

Nella seconda metà del XX secolo, l’agricoltura industriale, insieme all’integrazione e alla globalizzazione della catena alimentare, è riuscita ad aumentare la quantità di cibo e a ridurre i prezzi unitari al consumo nella società occidentale. Beni e servizi vengono prodotti dove costano meno e spediti in tutto il mondo. Il movimento formale per la globalizzazione del commercio ha avuto origine verso la fine del XX secolo e negli anni ’90 è stata adottata da molti governi e imprese come ideologia economica universale e applicata a quasi tutti i beni e servizi commerciabili, compresi cibo e agricoltura. I sistemi di produzione alimentare su larga scala, noti anche come “modello

³⁰⁶MATASSINO D.. (1992). Impariamo dalla natura. Op. cit..

alimentare intensivo” o “*agricoltura industriale*”, richiedono notevoli *input* di acqua, prodotti chimici e combustibili fossili per spostare notevoli quantità di prodotti su grandi distanze. L’espansione di questo modello industriale di produzione alimentare, soprattutto in Africa, Asia e America Latina e, in generale nei paesi meno industrializzati per nutrire i circa 9,8 miliardi di persone previste entro il 2050³⁰⁷, si sta rivelando sempre più insostenibile in quanto esso costringerebbe la migrazione verso le città di diversi miliardi di persone provenienti da piccole aziende agricole e da altri ecosistemi fragili, esponendo così queste aree ricche di “*biodiversità*” all’incuria e/o all’abuso. Le risorse naturali necessarie per nutrire così tante persone sono disponibili a condizione che esse siano gestite con saggezza e conoscenza. Ciò è tanto più vero anche in virtù di quanto emerge da elaborazioni³⁰⁸ su dati FAO (www.faostat.org) a partire dal 1985. Tali dati hanno evidenziato, fino all’anno 2006, un *surplus* di proteina di origine vegetale (POV) e un *deficit* di proteina di origine animale (POA) rispetto al fabbisogno proteico quotidiano della popolazione umana (circa 60 g/die/ persona di proteina, di cui 30 g di POV e 30 di POA). A partire dall’anno 2007, il *surplus* ha interessato anche la POA, sebbene di minore entità rispetto a quello della POV. Nel 2021 i dati evidenziano una disponibilità di POV pari a 53,4 g /*pro capite/die*, e di POA pari a 37,4 g/*pro capite/die*, per un totale di 154.702.808 t/anno di POV e di 107.965.759 t/anno di POA; considerando le esigenze di POV e di POA (86.505.000 t di POA e altrettante di POV) della popolazione mondiale del 2021 (circa 7 miliardi di persone), le suddette disponibilità evidenziano un *surplus* di POV pari a 68.099.258 t e di POA pari a 21.362.209 t; *surplus* che potrebbero coprire il fabbisogno proteico di ulteriori circa 6 miliardi di persone per quanto riguarda la POV e di circa 2 miliardi di persone per quanto riguarda la POA. In chiave prospettica, una disponibilità

³⁰⁷ MATASSINO D., ZUCCHI G. e DI BERARDINO D. (1991). Management of consumption, demand, supply and exchanges. Proc. Symp. 'On the eve of the 3rd millenium, the European challenge for animal production', Toulouse, France, 11 luglio 1990. EAAP Publ. n. 48, 105-124.

³⁰⁸ MATASSINO D., ZUCCHI G. e DI BERARDINO D. (1991). Management of consumption, demand, supply and exchanges, op. cit.; MATASSINO D., OCCIDENTE M. (2018). Crisi ambientale: didattica, ricerca e innovazione tecnica e biotecnica per la sostenibilità globale. 5. Meeting Internazionale di Bioetica della Biosfera, AMBIENTAMENTE 5 " New Technologies in the Environmental Era", organizzato dalla Pontificia Facoltà Teologica dell’Italia Meridionale Sezione San Tommaso d’Aquino, Istituto Italiano di Bioetica, CIRB, Isernia, 24-25 giugno 2016. In: Mimesis Quaderni di Bioetica, Edizioni, Milano-Udine, pp. 45-85. http://aspa.unitus.it/matassino/1_elenco_publicazioni_Matassino.pdf.

proteica pari a quella del 2021 sarebbe ancora di per sè sufficiente per soddisfare le esigenze proteiche (POV = POA = 107.310.000 t/anno) di una popolazione umana prevista di circa 9,8 miliardi di persone. Anzi, per il 2050 il *surplus* animale potrebbe aumentare a causa di un maggiore utilizzo di fonti proteiche alternative (insetti, ecc.). Da questi dati si evince la necessità, non tanto di produrre di più quanto di gestire in modo ottimale la POV apportando azioni correttive e integrative.

Come riportato da Hodges J. *et al.*³⁰⁹, un modello alternativo per aumentare in modo sostenibile l'offerta alimentare mondiale è quello di rafforzare, attraverso la strategia dell' *empowerment*³¹⁰, i piccoli agricoltori e pastori, da considerare veri e propri "guardiani delle agrobiorisorse" al fine di garantire una gestione conservativa e sostenibile delle risorse naturali. Metà della popolazione mondiale vive in aree rurali dove la produzione alimentare è praticata principalmente in aziende agricole familiari di piccole e medie dimensioni, nelle quali il bestiame è integrato nel sistema agricolo misto o in greggi e mandrie più grandi in sistemi nomadi e transumanti. In queste comunità gli animali contribuiscono non solo alla fornitura di cibo, ma alla qualità della vita: lavorano il suolo, trasportano persone e merci, forniscono lana, cuoio e altri indumenti. La strategia alternativa dell'*empowerment* implica un rafforzamento dell'ambiente socioeconomico e finanziario in cui operano le piccole aziende agricole in modo da consentire ai piccoli agricoltori di fare un uso migliore di ciò che è già disponibile a livello locale e, quindi, diventare più efficaci nel produrre in modo sostenibile più cibo migliorando il proprio reddito e quello delle comunità rurali. Trattasi pertanto, di una linea programmatica che pratica la *diversità* piuttosto che l'*uniformità*, in quanto l'*empowerment* preserva le biorisorse vegetali e zootecniche autoctone, le tradizioni e l'ambiente dei "bioterritori" interessati. L'utilizzo di TG/TGA/TGAA locali evita di importare razze cosmopolite in ambienti inappropriati.

Secondo la FAO la politica dell'*empowerment* riconosce che i piccoli imprenditori sono già *sostenibili* anche se la loro produzione

³⁰⁹ Hodges J., Foggin M., Long R., Zhaxid G.. (2014). Globalisation and the sustainability of farmers, livestock-keepers, pastoralists and fragile habitats. Biodiversity, Biodiversity, 2014 <http://dx.doi.org/10.1080/14888386.2014.931247> .

³¹⁰ Insieme di azioni e interventi mirati a rafforzare il potere di scelta degli individui e ad aumentarne poteri e responsabilità, migliorando le competenze e le conoscenze. Il concetto di *empowerment* («mettere in grado di») compare negli studi di politologia statunitensi tra gli anni '50 e '60 in riferimento all'azione per i diritti civili e sociali delle minoranze e ai movimenti per l'emancipazione delle donne [https://www.treccani.it/enciclopedia/empowerment_\(Dizionario-di-Economia-e-Finanza\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/empowerment_(Dizionario-di-Economia-e-Finanza)/).

unitaria è bassa rispetto agli standard dell'agricoltura industriale e che essi sono ricchi di *capitale sociale*. I loro prodotti animali sono competitivi nei mercati locali e pregevoli per il loro elevato valore aggiunto³¹¹.

L'importanza dell'agricoltura verde e dell'*empowerment*, quali sistemi sostenibili paralleli necessari per far fronte all'incremento della popolazione umana entro il 2050, è stata riconosciuta in occasione della Conferenza delle Nazioni Unite sullo sviluppo sostenibile (Rio+20) del 2012. In particolare, le Nazioni Unite avevano designato il 2014 come l'*Anno Internazionale dell'Azienda agricola familiare* per porre in risalto l'enorme potenziale degli agricoltori a livello familiare.

Per attuare l'*empowerment* è essenziale che i governi nazionali intraprendano un'azione legislativa diretta e reindirizzino gli aiuti internazionali al fine di fornire investimenti in infrastrutture, *input* tecnici e finanziari, ricerca, servizi di divulgazione locale (a esempio, corsi di formazione gratuiti attraverso le università o altri mezzi adatti alle circostanze locali) e cooperative agricole; queste ultime sarebbero così facilitate nell'acquisto, nella vendita e nella condivisione di attrezzature. *Non è possibile separare la "socioeconomia" e la "qualità della vita" dalla "biodiversità" e dalla sua utilizzazione e conservazione.* La vita sul pianeta Terra deve essere sostenuta come un intero sistema dinamico e integrato nel significato della teoria di Gaia descritta nel paragrafo 2.1.

Si rimanda a Pretty *et al.*³¹² per alcuni dettagli in merito a progetti e a programmi, sviluppati negli anni '90 e nel 2000, attraverso i quali è stata attuata con successo un'intensificazione sostenibile di sistemi agricoli su piccola scala.

A livello dei Paesi del Mediterraneo, la FAO, il Centro Internazionale per gli Studi Agronomici Mediterranei Avanzati (CIHEAM), il Segretariato dell'Unione per il Mediterraneo (UfM) e il Partenariato per la Ricerca e l'Innovazione nell'Area Mediterranea (PRIMA) hanno sviluppato un'iniziativa *multistakeholder* per i sistemi alimentari sostenibili nel Mediterraneo (piattaforma *SFS-MED, Platform for Sustainable Food Systems in the Mediterranean*), come progetto affiliato al programma per i sistemi alimentari sostenibili di *One Planet Network*. La Piattaforma è un *forum* di dialogo e di collaborazione per promuovere una trasformazione sostenibile dei

³¹¹ FAO (Food and Agriculture Organization of the UN). (2013). Adding Value. Animal Genetic Resources (Special Issue 53).

³¹² PRETTY J., TOULMIN C., WILLIAMS S.. (2011). Sustainable Intensification in African Agriculture. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 9 (1), 5–24.

sistemi agroalimentari nella regione del Mediterraneo. I *pilastri principali* dell'iniziativa includono l'apprendimento condiviso delle *strategie 'chiave'* per la trasformazione dei sistemi agroalimentari e lo scambio di conoscenze tecniche e biotecniche coinvolgente il settore privato, la società civile, la ricerca e i governi.

A partire dal 2019, la *Earth Commission*, in collaborazione con la *Future Earth* e la *Global Commons Alliance* lavora alla messa a punto di limiti "*sicuri e giusti*" entro cui possono variare alcuni importanti parametri della biosfera (temperatura, disponibilità di acqua, quantità degli aerosol presenti nell'atmosfera, estensione degli ecosistemi integri, ciclo dei nutrienti, ecc.) al fine di non compromettere a lungo termine la sicurezza del pianeta Terra e dei suoi abitanti. L'aggettivazione "*giusto*" è riferita a 3 livelli di giustizia:

- a) *interspecifica* (salvaguardia delle specie non umane e dei loro ecosistemi rendendo il pianeta resiliente per tutti i suoi abitanti);
- b) *intergenerazionale* (effetti nel passaggio da una generazione a quella successiva);
- c) *intragenerazionale* (riduzione al minimo dei danni provocati da ciascuna persona, nazione e comunità alle altre). Una importante innovazione di questi limiti sta nel fatto che il livello di sicurezza tiene conto, in misura notevole, di danni a livello di comunità umane *locali*.

A esempio, l'aumento di temperatura di 1,2 °C, sta già danneggiando milioni di persone che vivono in zone costiere e insulari del pianeta Terra a causa dell'innalzamento del livello del mare e della forza delle tempeste costiere; pertanto, il limite globale di 1,5 °C fissato per evitare situazioni di danno irreversibile, in termini di limite "*sicuro e giusto*", considerando gli effetti negativi locali, andrebbe abbassato ad almeno 1 °C³¹³.

Quali sono le attuali priorità del sistema zootecnico nell'ambito di uno sviluppo sostenibile?

E' possibile ritenere che il *sistema zootecnico* debba affrontare una serie di sfide difensive legate al cambiamento climatico, come: stress termico, mortalità, riduzione delle *performance*, diffusione di malattie infettive e dei loro vettori, aumento dei costi di produzione; al contempo, però come già detto nel paragrafo "*Biodiversità e cambiamento climatico*", il *sistema zootecnico* stesso deve attuare una *conversione orientata verso la sostenibilità*. In particolare, la

³¹³ Gupta J.. (2024). Le Scienze, giugno 2024, 56-57.

zootecnia del futuro deve procedere verso un'intensificazione sostenibile, nel senso di aumentare l'efficienza delle produzioni minimizzando al contempo l'impatto ambientale per unità di prodotto utile. A tale scopo è necessario ottimizzare i seguenti due fattori:

- a) il *management*, che comprende:
 - i. *alimentazione* (disponibilità di nutrienti specifici; ottimizzazione della razione alimentare grazie a strumenti informatici; moduli previsionali rispetto agli *input*, razioni equilibrate in termini di amminoacidi digeribili; utilizzo di foraggi con fibra più digeribile che svolgerebbe effetti positivi sia sulle fermentazioni ruminali che sulla velocità di transito degli alimenti, supplementazione lipidica, ecc.);
 - ii. gestione dell'allevamento finalizzata al miglioramento del benessere e della sanità dell'animale con approccio "*One health*", che cioè *tenga conto anche della salute ambientale e di quella umana* attraverso il controllo soprattutto di malattie responsabili di un aumento delle emissioni di metano o di una riduzione dell'efficienza alimentare³¹⁴;
- b) le *competenze molecolari* orientate verso la selezione di animali più longevi e che godano di maggior benessere e con una maggiore efficienza riproduttiva e produttiva.

I benefici della genetica, anche se comportano notevoli investimenti iniziali, sono permanenti e cumulativi. Relativamente alla genomica, a esempio, ricercatori australiani, nel 2022³¹⁵ hanno messo a punto un indice genomico di sostenibilità (SI, *Sustainability Index*) con l'obiettivo di selezionare i soggetti con minore emissione di metano, valutato in termini di kg di CO₂ equivalente prodotto per kg di proteina (kg CO₂-eq/ kg protein-eq) in allevamenti destinati alla produzione lattiero casearia. Tale indice si basa sul preesistente *indice di performance bilanciato* (BPI, *Balanced Performance Index*), messo

³¹⁴ RONCHI B.. (2024). Produzione di alimenti di origine animale e sostenibilità: lo stato della ricerca con particolare riferimento alle filiere italiane. Giornata di studio organizzata dall'Accademia dei Georgofili: "Agricoltura 2030: "Produzioni vegetali e animali per una alimentazione sostenibile", Firenze, 4 luglio.

³¹⁵ NGUYEN T.T.T., RICHARDSON C.M., POST M., AMER P.R., NIEUWHOF G.J., THURN P., SHAFFER M.. (2022). The Sustainability Index: A new tool to breed for reduced greenhouse gas emissions intensity in Australian dairy cattle. ICAR Technical Series n. 27, 148-162.

a punto dallo stesso gruppo di lavoro, ma pone maggiore enfasi su: produzione, sopravvivenza, salute ed efficienza alimentare; in esso, rispetto al BPI, il peso delle ponderazioni per proteina, grasso, sopravvivenza, resistenza alla mastite ed efficienza alimentare sono state incrementate di: 2,6; 1,4; 2,8; 1,3 e 3.8 volte, rispettivamente. Si prevede che con l'utilizzo di tale indice l'intensità delle emissioni potrebbero ridursi, entro il 2050, del 6,3%, 7,3% in Holstein e Jersey, rispettivamente.

Si rimanda al Documento *“Allevamenti, sostenibilità ambientale e cambiamenti climatici”* stilato dal Comitato Consultivo ASPA *“Allevamenti e prodotti animali”* dell'Accademia dei Georgofili in occasione dell'audizione alla Commissione Agricoltura e produzione agroalimentare presso il Senato della Repubblica (2 febbraio 2021). Tale documento riporta:

- a) lo stato dell'arte in merito alle conoscenze scientifiche sull'impatto ambientale dei principali sistemi zootecnici presenti in Italia;
- b) i progressi realizzati negli ultimi decenni per ridurre l'impatto ambientale degli allevamenti;
- c) le esigenze di innovazione, di ricerca e di trasferimento tecnico e biotecnico al fine di migliorare ulteriormente l'impronta ecologica e la sostenibilità complessiva della zootecnia italiana.

Sempre a livello nazionale, i dati raccolti dal progetto LEO (*Livestock Environment Opendata*), di cui è responsabile l'AIA³¹⁶ a oggi, hanno permesso di:

- a) sviluppare sistemi di monitoraggio dello stress da caldo negli allevamenti (tramite utilizzo di NIR, indici ambientali THI, calcolo di CH₄ enterico);
- b) effettuare stime accurate delle emissioni enteriche in allevamento;
- c) monitorare i processi di produzione del latte e quindi fornire informazioni utili sia per la qualità del prodotto sia per il benessere animale;
- d) realizzare una biobanca Zootecnica Nazionale dinamica che, a oggi, contiene oltre 630.000 campioni biologici (DNA, tessuti, tamponi nasali e salivari, materiale seminale) appartenenti a 79 razze bovine, 2 razze bufaline, 84 razze ovine, 60 razze

³¹⁶ I componenti del progetto sono: ConsDABI, UNICATT, UNIPA, UNITUS, Istituto Spallanzani, IZS di Teramo, IZS Umbria e Marche.

caprine, 69 razze equine e 11 asine, 25 razze suine e 46 razze cunicole.

Il processo di conversione della zootecnia verso la sostenibilità ambientale non può prescindere dalla informatizzazione delle aziende, dalla zootecnia di precisione, dalla robotica, dall'ergonomia (soprattutto in termini di catene operative³¹⁷), dalla citogenetica molecolare e dalla citogenomica, dalla genomica (inclusa la genomica mitocondriale o mitogenomica) e pangenomica, dalla trascrittomica e dalla traslatomica, dalla metabolomica, dalla biologia quantistica, dall'ecoacustica³¹⁸, dalla digitalizzazione e dall'integrazione dei dati, quindi dallo sviluppo dei Big Data, dall'intelligenza artificiale (statistical learning nei suoi sviluppi più recenti del deep learning, del machine learning, ecc.).

³¹⁷ BETTINI T.M., MATASSINO D., DI BERARDINO D. e FERRARA L.. (1971). Le catene operative del lavoro umano nelle produzioni animali: I. Mungitura in bovini da latte. *Prod. Anim.*, 10, 1.

MATASSINO D., DI BERARDINO D. e BETTINI T.M.. (1972). Le catene operative del lavoro umano nelle produzioni animali: II. Governo e alimentazione in bovini da latte. *Prod. Anim.*, 11, 7.

MATASSINO D. (1972). Le catene operative nella mungitura, nel governo e nell'alimentazione dei bovini da latte. *Atti giornate di studio su problemi lattiero--caseari*, Parma, 75, 1972.

³¹⁸ L'Ecoacustica è una scienza interdisciplinare emergente, nata nel 2014 a Parigi durante il congresso "Ecology and Acoustics", che combina la bioacustica con l'ecologia, la zoologia e l'etologia; essa indaga i suoni naturali e antropici e il loro effetto e conseguenze sul biosistema monitorando la diversità biologica al fine di proteggere la natura. Grazie all'utilizzo del monitoraggio acustico passivo (PAM), è possibile registrare dati su grande scala spaziale e temporale sulla distribuzione delle specie animali e sulle variazioni nelle dinamiche delle comunità biologiche a causa delle attività antropiche. Il rumore antropogenico ha un ruolo crescente nel disturbare gli habitat acustici naturali. A esempio, il rumore generato dal traffico stradale, dal trasporto ferroviario e aereo, dalle attività industriali, nell'aria e nell'acqua, possono mascherare segnali acustici cruciali per la riproduzione e la sopravvivenza delle specie, provocare risposte comportamentali particolari, causare uno stress psicofisico cronico sugli individui e conseguentemente anche determinare effetti dannosi a livello di popolazione. Con lo strumento dell'Ecoacustica è possibile, a esempio, comprendere a quale stadio si trova il recupero di una foresta o di una barriera corallina, per esempio, o se i progressi degli interventi di ripristino di ambienti degradati stiano andando nella giusta direzione. Recentemente, sono stati messi a punto indici che mirano a descrivere la variabilità delle strutture acustiche prodotte sia da suoni biotici che abiotici: H, indice per l'entropia acustica; D, indice di similarità acustica; AR, indice per la ricchezza acustica; NDSI in grado di determinare il livello di disturbo antropico confrontando il rapporto tra biofonia e antropofonia in un determinato ambiente. Tuttavia, gli indici, finora proposti, presentano la debolezza di tentare di ridurre ad un unico indicatore numerico un fenomeno assai complesso e costituito da più variabili che interagiscono tra di loro. Gli sforzi in campo bioacustico ed ecoacustico sono, quindi, ora volti a sviluppare un processo analitico che tenga conto, in modo completo, di tutte le componenti acustiche dell'ambiente sonoro e che permetta di confrontarle in modo veloce e facile. [PAVAN G. E RIGHINI R.. (2017). *Bioacustica e ecoacustica per lo studio e la conservazione della biodiversità*, Associazione Italiana di Acustica 44° Convegno Nazionale Pavia, 7-9 giugno. ZORNETTA M.. (2024). *Senti chi (non) parla: la biodiversità a prova di Ecoacustica*, L'Economia civile, 24 aprile 2024, 4].

Le soluzioni basate su tecniche quali *Machine to machine* (M2M)³¹⁹, sull'*Internet delle Cose* (IoT)³²⁰, sui sistemi avanzati di gestione dei dati, sui droni per il monitoraggio degli allevamenti possono ottimizzare l'uso dell'acqua e degli alimenti zootecnici, aumentare la precisione nell'applicazione dei trattamenti sanitari, diminuire la necessità di interventi con farmaci e accrescere la produttività degli allevamenti³²¹.

Un esempio applicativo di digitalizzazione in zootecnia è offerto dal cosiddetto *collare "intelligente"* dotato di pannello solare e collegamento Gps, controllato da remoto tramite un'applicazione presente sullo smartphone dell'allevatore che permette di monitorare continuamente la posizione dell'animale; tale sistema, basato sul principio del *virtual fence* (VF) (= barriera virtuale) consente anche all'allevatore di tracciare confini virtuali sul proprio smartphone; quando l'animale si avvicina al perimetro virtuale, il collare emana un segnale sonoro via via crescente, fino a produrre una lieve vibrazione per poi disattivarsi (in modo del tutto simile a quella delle recinzioni tradizionali) allorché l'animale oltrepassa il perimetro; tale strumento, se accoppiato ad altri sensori che raccolgono informazioni aggiuntive; questo dispositivo, messo a punto in Norvegia e già in uso in alcuni paesi europei, è stato integrato con il rilievo di dati satellitari, di strumenti modellistici e di dispositivi di *Precision Livestock* e impiegato per la prima volta in Italia per la realizzazione del progetto VISTOCK (*Virtual Fencing* per la gestione di precisione degli allevamenti di bovini da carne - *precision liveSTOCK*) su bovini

³¹⁹ «L'insieme di algoritmi e procedure che consentono a sistemi integrati di poter svolgere in maniera autonoma delle operazioni in funzione del trasferimento automatico dei dati da un altro dispositivo senza che ci sia alcun intervento da parte dell'uomo o che questo possa essere in percentuale bassa o irrisoria» (<https://www.internet4things.it/m2m/machine-to-machine-m2m-cose-come-funziona-e-a-cosa-serve/>)

³²⁰ Rete di oggetti dotati di tecnologie di identificazione, collegati fra di loro, in grado di comunicare sia reciprocamente sia verso punti nodali del sistema, ma soprattutto in grado di costituire un enorme network di cose dove ognuna di esse è rintracciabile per nome e in riferimento alla posizione. L'espressione «Internet delle cose» è stata coniata nel 1999 da Kevin Ashton. L'identificazione di ciascun oggetto avviene tramite minuscoli transponder a radiofrequenza in essi inseriti, oppure mediante codici a barre o codici grafici bidimensionali impressi sull'oggetto. Formalmente M2M e IoT fanno la stessa cosa (comunicazione tra dispositivi connessi) ma mentre nella prima troviamo le singole apparecchiature collegate in rete in un sistema chiuso, la IoT consente di collegare più sottosistemi M2M in un sistema che interagisce con l'ambiente fisico (oggetti connessi, Smart Objects) e con le persone (https://www.treccani.it/enciclopedia/internet-of-things_%28Lessico-del-XXI-Secolo%29/; <https://www.internet4things.it/m2m/machine-to-machine-m2m-cose-come-funziona-e-a-cosa-serve/>).

³²¹ RONCHI B., BITTANT G., DELL'ORTO V., FORMIGONI A., MACCIOTTA N., MELE M., PULINA G., SEVI A. (2024). Produzione di alimenti di origine animale e sostenibilità. Georgofili Info, 17 luglio.

Limousine allevati in due aziende toscane localizzate nel “bioterritorio” del Mugello (Toscana); uno degli scopi principali del progetto è quello di ottimizzare l’utilizzo della risorsa pascoliva, indirizzando gli animali verso superfici da pascolo più rigogliose individuate attraverso la caratterizzazione della risorsa foraggera e il calcolo di opportuni indici a partire dalle immagini satellitari e dai droni; i rilievi concomitanti sul benessere animale rivelano che quest’ultimo non risulta affatto influenzato da queste tecniche e che la mandria ha appreso con successo a interagire con il VF³²².

Un notevole contributo sarà anche offerto dalla *fenomica*, definita come “*l’acquisizione su larga scala di dati fenotipici multi-dimensionali*”³²³. Lo sviluppo di quest’ultima disciplina viene oggi favorito dall’impiego di sensori elettronici collocati, a esempio, negli impianti di mungitura o nelle aree di alimentazione degli animali. La *fenomica* risulta di particolare interesse anche per gli aspetti legati direttamente o indirettamente alle emissioni di gas da parte dei ruminanti. L’integrazione dei dati fenomici con le informazioni genomiche rappresenta un punto di raccordo indispensabile per innovare in modo sostenibile le produzioni agro-zootecniche (a esempio, miglioramento dell’adattamento climatico, della resa e delle caratteristiche *nutrizionali* ed *extranutrizionali* delle produzioni, controllo di malattie, ecc.) partendo dai soggetti più consoni ai contesti produttivi. Di rilievo sarà anche l’approfondimento del microbioma ruminale soprattutto in relazione all’efficienza produttiva dell’animale.

La modulistica messa a punto da Matassino D. per l’AIA nei primi anni ‘70 per la raccolta dei dati riproduttivi e produttivi (limitatamente agli allevamenti di bovini da latte), opportunamente ampliata, integrata e informatizzata, potrebbe costituire una base per la collezione di dati fenomici.

Non meno importante risulta essere lo studio dell’*epigenoma* (per i dettagli si rimanda al paragrafo “*Cenni di epigenetica*”) che, interagendo con il *genoma*, influenza le manifestazioni fenotipiche dell’animale. La comprensione degli effetti nutrizionali ed extranutrizionali, nonché ambientali che si verificano nelle fasi della gestazione e nei primi mesi di vita sull’epigenoma aiuterà a migliorare

³²²AQUILANI, C., et al. Precision Livestock Farming technologies in pasture-based livestock systems. *Animal*, 2022, 16.1: 100429.

³²³ HOULE D., GOVINDARAJU D.R., OMHOLT S.. (2010). Phenomics: the next challenge. *Nat Rev Genet.*, 11, 855–66.

l'efficienza riproduttiva e produttiva, la qualità delle produzioni e il benessere animale.

Il principio ispiratore della futura ricerca in zootecnia, ai fini di un percorso orientato verso la sostenibilità, deve essere approccio *transdisciplinare* nel senso che i risultati delle varie discipline debbono confluire e integrarsi per rispondere alla sempre crescente complessità dei fenomeni che coinvolgono la “risorsa naturale”. Secondo Ceruti M.³²⁴: «Dobbiamo indossare occhiali diversi e rigenerare il pensiero, oltre la crisi cognitiva: le conoscenze non possono più essere separate, c'è un legame irriducibile tra tutte le cose». Sempre concordando con Ceruti M.³²⁵, la complessità del mondo globale esige un importante cambiamento di paradigma nel quale l'educazione giocherà un ruolo cruciale. Egli, in particolare, così si esprime: «È la sfida di una nuova Paideia³²⁶, una Paideia che contenga in sé il senso dell'irriducibile legame di ogni cosa con ogni cosa. Una Paideia che aiuti a comprendere che sapere è entrare nel movimento delle cose, nel gioco dei vincoli e delle possibilità che le generano e le trasformano;..... Una Paideia coerente con la visione della relazione cosmo- antropologica in cui l'uomo non è separabile dalla natura, ma riconosciuto come parte integrante di un processo complesso di co-evoluzione. Una Paideia che fornisca la consapevolezza adeguata a concepire la scienza e la tecnica non come gli strumenti “prometeici” per un progresso meramente quantitativo, ma come gli strumenti per costruire un'alleanza con la natura, nella natura, e favorire il miglioramento sostenibile ed equo della condizione umana. Una Paideia che riconosca che la ricerca di un nostro rapporto coevolutivo con tutti gli attori del mondo, viventi e non viventi, è la preconditione per la nostra stessa sopravvivenza, e per la possibilità di delineare un futuro vivibile e fecondo. Una Paideia che riconosca l'indivisibilità della vita umana, da intendersi, allo stesso tempo, terrestre, biologica, psichica, sociale, culturale, spirituale. Una Paideia, infine, che riconosca l'indivisibilità e nello stesso tempo la pluralità dell'umanità».

³²⁴ CERUTI M.. (2024). Alla ricerca di una nuova “Paideia” nel tempo della grande complessità. Avvenire, 18 maggio, 23.

³²⁵ CERUTI M.. (2024). Alla ricerca di una nuova “Paideia” nel tempo della grande complessità, op. cit..

³²⁶ Paideia: dal greco παιδεία, der. di παῖς παιδός = ragazzo. Il termine, che nell'accezione originaria è l'equivalente di «educazione», assunse ben presto in Grecia il significato di «formazione umana», per arrivare poi a indicare il contenuto e il risultato di tale formazione, cioè la cultura nel senso più elevato e personale (www.treccani.it).

Le suddette pluralità e interconnessione ci inducono a ritenere, concordando con Gupta J.³²⁷, che: «*Quanto meglio ci prendiamo cura della Terra, tanto meglio ci prendiamo cura l'uno dell'altro*».

L'*evoluzione antropogenica*, che solo ora si inizia ad apprezzare in tutta la sua portata, in che modo potrà influenzare la biodiversità nella sua espressione più ampia? L'umanità sta alterando gli *habitat* delle specie modificando i loro percorsi evolutivi non solo sul pianeta Terra, ma anche in chiave cosmica?

Pertanto, in un'ottica ancora più ampia il binomio «*futuro del cosmo-futuro dell'uomo*» diventa sempre più attuale e inscindibile. Tutto ciò conduce a una forte rivalutazione del pensiero del paleontologo filosofo gesuita Pierre Teilhard de Chardin, il quale congiunge in un quadro unitario, cosmogenesi, biogenesi, antropogenesi nella realizzazione di un disegno trascendente “ *il cosmo tende a vitalizzarsi totalmente, la vita ad umanizzarsi, l'uomo a ultraumanizzarsi, lo spirito a liberarsi della sua matrice materiale* ”. Sulla base di questi principi cardine si deduce che l'uomo è la chiave della cosmogenesi, quindi dell'evoluzione globale dell'universo che si concretizza nel concetto finale che l'evoluzione cosmica fa perno su quella antropica diventando, così, cosciente di se stessa. Gli stessi *maître à penser* della scienza del Dio cristiano ritengono che qualsiasi violenza sulla natura “*fa morire un pezzo di Dio*” in senso figurato. Indubbiamente, immaginare il Dio cristiano come “*coevolutore trascendente*” è di una temerarietà unica se non molto complessa da quella nuova corrente di pensiero teologico che affronta in modo diverso dal passato l'evoluzione sia del cosmo che socio-culturale dell'uomo; evoluzione che, però, è un fine “*intrinseco nello sviluppo dell'universo*”; pertanto, non è il caso “*a muovere le fila dell'evoluzione cosmologica*”. Il nuovo modo di affrontare e d'interpretare l'evoluzione cosmica diventa sempre più interessante della mera memoria dell'evoluzionismo biologico. Questa originalità si concretizza nell'intendere l'evoluzionismo cosmico in parallelo a quello antropico: l'uomo è una componente, fondamentale, e, pertanto, egli è l'artefice principe del cambiamento e partecipa attivamente alla realizzazione del progetto allestito dal “*coevolutore trascendente*”; pertanto, la “*capacità al costruttivismo*” sia dell'uomo che degli altri

³²⁷ Gupta J.. (2024). Op. Cit..

esseri viventi è la “*chiave di volta*” per un armonico e sano evolucionismo cosmico, quindi antropico³²⁸.

³²⁸ MATASSINO D.. (1997). Biodiversità e allevamento animale. Atti Conv. su: Zootecnia e Parchi-Produzione di qualità e tutela dell'ambiente. Massa, 11-12 ottobre 1996. Zoot. Nutr. Anim., 23, supplemento, 13.