

Biodiversità: metodi per la conoscenza e la tutela

Susanna Nocentini

*Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali
Università degli Studi di Firenze*

1. Introduzione

È ormai un fatto acquisito dalla comunità scientifica che la diversità biologica, intesa nelle sue diverse dimensioni (NOSS, 1990; 1997), rappresenta un elemento determinante per la funzionalità degli ecosistemi. In particolare, viene oggi riconosciuto che la biodiversità contribuisce soprattutto ad aumentare la *resilienza* degli ecosistemi (HOLLING *et al.*, 2002), cioè la loro capacità di reagire a fattori di disturbo.

Conservare la biodiversità non vuol dire solo salvare dall'estinzione specie o entità considerate a rischio, ma anche, e soprattutto, sostenere la capacità degli ecosistemi di adattarsi ai cambiamenti.

Qui esaminerò brevemente:

- le principali teorie che collegano la diversità biologica al funzionamento degli ecosistemi
- i rapporti fra gestione e biodiversità forestale
- i principali fattori di criticità per la conservazione della biodiversità forestale nel nostro Paese
- possibili strategie di gestione per tutelare la diversità biologica degli ecosistemi forestali

2. Specie e ecosistemi

Il termine biodiversità ha una lunga storia di definizioni variabili (KAENNEL, 1998), ma spesso è usato come sinonimo di «diversità di specie», oppure di «ricchezza di specie» (CAUGHLEY e GUNN, 1996). La biodiversità è stata definita come l'insieme di popolazioni e di specie di altri organismi con i quali l'*Homo sapiens* condivide la Terra, e le comunità, gli ecosistemi e i paesaggi di cui sono parti integranti (EHRlich e EHRlich, 1981; WILSON, 1988).

La variazione del numero di specie è un fenomeno naturale (MARTIN e KLEIN, 1984; SIGNOR, 1990; KAUFFMAN e WALLISER, 1990). Ma a partire dal ventesimo secolo questo fenomeno è stato notevolmente accelerato dall'attività umana. Vi è unanime consenso fra i biologi sul fatto che stiamo assistendo a una vera e propria estinzione in massa di specie (EHRlich e EHRlich, 1981; WILSON, 1988, 1992; WESTERN e PEARL, 1989; MYERS, 1990a, 1990b; RAVEN, 1990).

Già negli anni ottanta e novanta si è stimata una perdita di almeno 27.000 specie l'anno nelle foreste tropicali (MYERS, 1988, 1990a, 1990b; WILSON, 1992). La biodiversità si sta riducendo, anche se a ritmi meno marcati, in altri biomi: barriere coralline, aree umide, isole, ambienti montani; il totale si stima intorno a 30.000 specie perse ogni anno sulla Terra (MYERS, 1993).

Questo valore contrasta fortemente con il tasso di estinzione naturale che si verificava prima dell'avvento dell'era umana, stimato intorno a una specie estinta ogni 4 anni (RAUP, 1991a, 1991b). Secondo una serie di studi, ciascuno indipendente rispetto agli altri (DIAMOND, 1989; MYERS, 1990b, 1993; RAVEN, 1990; WILSON, 1992), in assenza di sforzi di conservazione molto efficaci, stiamo

confrontando la possibilità reale di perdere entro la fine di questo secolo oltre il 50% di tutte le specie presenti sul pianeta. Tutte queste stime sono dichiaratamente caute (MYERS, 1993).

L'importanza delle ricadute indirette dell'attività umana sulla scomparsa di specie è stata sottolineata da parte di numerosi studiosi. Tra le cause più rilevanti sono state evidenziate le seguenti:

- l'appropriazione da parte degli esseri umani della produzione netta primaria delle specie vegetali (attraverso l'utilizzazione per l'alimentazione e per altri usi insieme a un rilevante spreco), stimata in oltre il 40% (VITOUSECK *et al.*, 1986; MYERS, 1993). Ciò comporta una riduzione di materia organica vegetale a disposizione dei milioni di altre specie che vivono sulla Terra.
- l'eliminazione di *specie chiave mutualiste* (GILBERT, 1980; TERBORGH, 1988; PIMM, 1991), quali a esempio insetti impollinatori indispensabili alla riproduzione di diverse specie vegetali;
- la frammentazione degli *habitat* (MAC ARTHUR e WILSON, 1967; WILLIAMSON, 1981; CASE e CODY, 1987; WILCOVE, 1987; SHAFER, 1991; WILSON, 1992);
- l'*inerzia dinamica* dei processi di degradazione ambientale (MYERS, 1993). Per esempio le piogge acide causate da inquinamento atmosferico, come anche i cambiamenti climatici locali legati alla deforestazione nelle zone tropicali, continueranno a far sentire i loro effetti anche a distanza di tempo e nonostante tutti gli sforzi per invertire questi fenomeni.

La perdita di biodiversità non è reversibile: il recupero, eventualmente possibile con l'evoluzione, richiede tempi lunghissimi.

Il dibattito sui modi per arrestare la scomparsa di specie dovuta all'attività umana e conservare la biodiversità si è incentrato soprattutto

- sulle dimensioni minime vitali delle popolazioni,
- sulla scala della variabilità (intraspecifica, interspecifica, a livello di ecosistemi, di paesaggi, ecc.),
- sulle relazioni fra specie, *habitat* e ecosistemi,
- sulla validità della preservazione, della conservazione e della rinaturalizzazione,
- sulla dimensione delle aree da proteggere o conservare,
- sulle politiche istituzionali necessarie operativamente.

Qui si esaminerà in particolare la relazione fra diversità di specie, caratteristiche degli *habitat* e funzionalità degli ecosistemi perché particolarmente rilevante ai fini della tutela della biodiversità forestale.

Le relazioni tra diversità di specie e funzionamento degli ecosistemi sono state oggetto di lunghi dibattiti fra gli ecologi. Nel corso degli ultimi 30 anni le opinioni dominanti sono passate dal concetto che «sistemi diversificati sono più stabili nel loro funzionamento» a quello secondo cui «sistemi diversificati sono meno stabili» e poi di nuovo al primo (PERRY e AMARANTHUS, 1997).

In teoria la perdita di una sola specie diminuisce l'integrità di un ecosistema (ANGERMEIER e KARR, 1994).

LAWTON (1994) elenca quattro diverse ipotesi sui rapporti fra specie e funzionamento degli

ecosistemi:

1. *Ipotesi delle specie ridondanti*: la maggior parte delle specie sono ridondanti nel loro ruolo ecologico. Solo poche specie chiave sono fondamentali per il resto del sistema (WALKER, 1992; LAWTON e BROWN, 1992; BERRYMAN, 1993).
2. *Ipotesi ribattino (rivet)*: tutte le specie contribuiscono al corretto funzionamento dell'ecosistema, ossia tutti i componenti sono interrelati. Il termine ribattino è stato usato per primo da ALDO LEOPOLD, e poi ripreso da EHRLICH e EHRLICH (1981) per analogia con un aereo dove ogni ribattino è fondamentale per tenere insieme la struttura.
3. *Ipotesi della risposta idiosincratca*: la diversità e la funzionalità sono collegate, ma la complessità dell'organizzazione degli ecosistemi rendono impossibile predire come un determinato sistema risponderà all'eliminazione di una determinata specie.
4. *Ipotesi zero*: l'eliminazione o l'aggiunta di una specie non influenza il funzionamento dell'ecosistema.

Secondo PERRY e AMARANTHUS (1997) pochi, se non punti, ecologi sono d'accordo con l'ipotesi zero.

L'*ipotesi idiosincratca* trova quasi tutti d'accordo: nessun ecologo potrebbe negare, in senso generale, l'imprevedibilità della natura.

Le ipotesi su cui si incentra il dibattito sono sostanzialmente le prime due, che si sintetizzano nella domanda: «quale livello di diversità è necessario per mantenere un funzionamento stabile dell'ecosistema?».

Esaminando l'abbondante letteratura su questa problematica i due autori concludono che la funzionalità degli ecosistemi probabilmente dipende sia dalla ridondanza di specie sia dalla presenza di alcune specie chiave. È l'interazione fra specie e processi che non solo crea l'interdipendenza, ma definisce anche l'ecosistema.

Purtroppo le conoscenze scientifiche necessarie per capire le complesse interazioni che caratterizzano le dinamiche ecologiche sono ancora alla fase iniziale. Per questo motivo una notevole *cautela* dovrebbe essere usata quando si valuta se la perdita di specie ha avuto un impatto sui sistemi più ampi. L'effetto stabilizzante potrebbe manifestarsi in presenza di situazioni particolari di stress.

Inoltre, la ridondanza nei processi fondamentali può mascherare l'indebolimento della capacità di reazione dell'ecosistema: secondo la metafora dell'aereo la perdita di qualche ribattino può non avere conseguenze per il volo in condizioni di tempo sereno, ma può provocare un disastro durante un temporale.

3. Rapporti fra gestione e biodiversità forestale

La biodiversità e il suo ruolo nel funzionamento degli ecosistemi forestali in rapporto con la gestione sono stati quasi sempre affrontati con indagini a scale spaziali e temporali ridotte rispetto allo spettro completo dei processi ecologici coinvolti. I fattori naturali di disturbo nei sistemi forestali si verificano attraverso un'ampia varietà di microscale e mesoscale che determinano il contesto spaziale e temporale per i vari processi.

La gestione forestale opera su una scala spaziale che varia da uno o pochi alberi (boschetti e filari) a interi boschi o foreste e su bacini e comprensori più o meno grandi; la scala temporale è dettata dai cicli di pianificazione (10-20 anni), dai turni adottati (15-120 anni), dalla durata degli strumenti di

pianificazione, piuttosto che dagli intervalli delle perturbazioni naturali (1-1000 anni) e dalla longevità delle specie forestali (tempi di permanenza che variano dalle molte decine di anni ad alcuni secoli fino a oltre 1000 anni) (SPIES e TURNER, 1999).

La gestione del bosco, a livello di paesaggio, comporta la differenziazione delle singole tessere con la modifica della distribuzione delle classi di età dei soprassuoli e ha un'influenza sulla presenza e sulle caratteristiche di zone di margine, sulla dinamica dei corsi d'acqua, sui processi successionali nelle aree aperte contigue, ecc.

L'adozione di turni sensibilmente più brevi della longevità naturale delle specie è il fattore che provoca la maggiore differenza tra il paesaggio forestale antropizzato e il paesaggio forestale naturale. In quest'ultimo, soggetto solo a disturbi naturali, le diverse tessere mostrano una grande variabilità di età e di stadi successionali, ma vi è sempre nella distribuzione una "coda" che si estende verso le età più avanzate (SPIES e TURNER, 1999).

La selvicoltura e la gestione del bosco agiscono sulla biodiversità con una serie molteplice di effetti, strettamente interrelati, spesso difficilmente quantificabili. Quelli più evidenti e facilmente rilevabili sono legati al modello colturale perseguito. Tali effetti determinano modifiche nei seguenti parametri per i quali è nota una stretta relazione con la diversità di specie e con i processi funzionali degli ecosistemi forestali:

1. *profilo dei soprassuoli* - La disposizione nello spazio verticale di fiori, frutti, foglie corrisponde alla disponibilità di cibo, di luoghi adatti alla nidificazione, al riposo, al rifugio e all'accoppiamento di molte specie animali (BELL *et al.*, 1991). L'organizzazione verticale della copertura forestale influenza il microclima interno del soprassuolo. In generale, più è diversificata la struttura verticale di un bosco, maggiore è la diversità di specie. Ciò è documentato soprattutto per l'avifauna: numerosi studi condotti in ambienti anche molto diversi hanno evidenziato come la ricchezza di specie ornitiche sia positivamente correlata con l'aumento della complessità della struttura verticale (MAC ARTHUR e MAC ARTHUR, 1961; MOSS, 1978; BARBATI *et al.*, 1999);
2. *struttura cronologica dei soprassuoli* - La ricchezza di specie in un ecosistema forestale aumenta con l'aumentare dell'età della componente arborea e soprattutto passando attraverso fasi successionali via via più mature. Questo dipende anche dal fatto che la complessità verticale dei soprassuoli forestali cresce con l'età e con la fase di sviluppo (BROKAW e LENT, 1999). Inoltre, alberi grandi, vecchi offrono habitat per una molteplicità di specie vegetali e animali;
3. *presenza di necromassa arborea* - Gli alberi morti in piedi e il legno morto a terra partecipano a innumerevoli processi che, in estrema sintesi, riguardano l'*habitat* di specie animali e vegetali, il ciclo dei nutrienti, il ciclo idrogeologico, in particolare l'erosione superficiale e la dinamica dei corsi d'acqua (ELTON, 1966, MASER *et al.*, 1979; HARMON *et al.*, 1986; SAMUELSSON *et al.*, 1994);
4. *apertura di vuoti nella copertura arborea* - L'interruzione della copertura arborea, su superfici più o meno ampie, innesca processi di successione della vegetazione e crea un *pattern* spaziale che può avere un forte impatto sulla dinamica delle popolazioni e sui processi nell'ecosistema. La dimensione delle aperture è particolarmente importante perché influenza le condizioni stazionali locali (luce, temperatura, ecc.) e la disponibilità di fonti di seme. L'apertura di vuoti nella copertura può produrre un "mosaico mobile" di tessere di età, composizione e struttura differenti, contribuendo alla diversità a livello di paesaggio (PICKETT e WHITE, 1985; OLIVER e LARSON, 1990; FRANKLIN, 1993; TURNER *et al.*, 1995).

Altri fattori antropici, esterni all'attività forestale in senso stretto, possono avere forti ricadute sulla diversità di specie, di strutture e di processi nei sistemi forestali. In particolare, l'attività venatoria, con l'immissione e, soprattutto, con la modifica della struttura delle popolazioni di determinate specie animali, come i grossi ungulati, può provocare turbative ai processi di rinnovazione della componente arborea (PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO, 1997; SCRINZI *et al.*, 1997; MOTTA, 1999; MOTTA e PUPPO, 2001).

4. Fattori di criticità per la conservazione della biodiversità nei sistemi forestali

I boschi italiani sono il frutto della millenaria coevoluzione fra realtà ecologica e realtà socio-economica. Per rendere prevedibile il tasso di rinnovazione e garantire una produzione legnosa massima e costante la coltivazione e la gestione a fini economici hanno fortemente modificato struttura e composizione degli ecosistemi forestali, riducendone complessità e diversità, (CIANCIO *et al.*, 1999; CIANCIO e NOCENTINI, 2003; NOCENTINI, 2001). La semplificazione non riguarda solo gli aspetti genetici, ma anche la varietà di strutture e di processi presenti a diverse scale.

Praticamente tutte le aree forestali mostrano segni più o meno evidenti delle modificazioni antropiche nella composizione specifica dello strato arboreo, nelle dimensioni ed età degli alberi e nella loro distribuzione spaziale. In particolare l'attività antropica ha comportato:

1. la modifica della composizione: riduzione della variabilità specifica a favore di sistemi forestali a prevalenza di conifere o latifoglie di maggior interesse produttivo, come, ad esempio, la diffusione di *Picea abies* nell'arco alpino. In parte ciò spiega la ridotta quota di boschi misti di conifere e latifoglie, che rappresentano il 7% del totale contro il 72% di boschi a prevalenza di latifoglie e il 21% di boschi a prevalenza di conifere (TBFRA2000, vd. UN 2000). A esempio i boschi misti autoctoni di maggior interesse conservazionistico (ad esempio, i boschi misti di *Fagus sylvatica* e *Abies* sp.pl.) sono ridotti a piccoli nuclei relitti, dispersi lungo l'arco appenninico;
2. l'introduzione e la diffusione di specie alloctone nei pressi di aree forestali. Alcune di queste, trovandosi in condizioni di elevato potenziale competitivo in zone con caratteri fitoclimatici simili ai siti d'origine, si sono diffuse ('naturalizzate') nel territorio divenendo specie invasive di alcuni ecosistemi forestali naturali, come, ad esempio, la *Robinia pseudoacacia* nelle stazioni proprie dei carpineti e quercu-carpineti planiziali o nelle formazioni igrofile ripariali. L'elevato potenziale di contaminazione specifica delle specie invadenti rappresenta un elemento di criticità per le formazioni naturali, perché può comportarne una regressione con conseguente declino della biodiversità della cenosi. La diversità specifica connessa ai sistemi forestali costituiti dalle specie alloctone è generalmente minore di quella associata alle specie autoctone, in quanto le altre popolazioni della comunità (ad esempio, gli invertebrati del legno) non hanno avuto il tempo di adattarsi alle nuove specie;
3. la modifica della struttura delle foreste originarie da disetaneiformi a coetaneiformi. In particolare, circa il 53% delle foreste italiane è rappresentato da sistemi forestali che non esistono in natura, come i cedui semplici, matricinati e composti, i castagneti da frutto, le pinete da pinoli, le sugherete da produzione ed altri popolamenti specializzati (frassineti da manna, ecc.); inoltre, quasi il 60% del totale delle fustaie italiane è coetaneiforme, con struttura omogenea e uniforme su superfici relativamente ampie (TBFRA2000, vd. UN 2000);
4. l'eliminazione delle fasi di sviluppo biologiche mature e senescenti e con esse il declino delle specie forestali associate a queste fasi; le fustaie coetanee e quelle cosiddette articolate in gran parte hanno un'età non superiore ai 60 anni e meno di un quinto supera i 100 anni, avvicinandosi raramente ai tempi potenziali di permanenza delle cenosi (DEL FAVERO, 2000);

5. la creazione, nei pascoli e in aree agricole abbandonate o degradate, di impianti monospecifici che spesso non rispondono a requisiti di naturalità non solo in termini di composizione e struttura, ma anche di funzionalità e di capacità di resistere agli impatti antropogenici;
6. la drastica riduzione della superficie forestale nelle aree pianiziali, con conseguenti riflessi sulla possibilità di sopravvivenza delle formazioni forestali e delle specie a esse legate. È il caso dei quercu-carpineti nella pianura padana: i soprassuoli più estesi, come il Bosco Fontana in provincia di Mantova, il Bosco delle Sorti della Partecipanza di Trino Vercellese, La Mandria in provincia di Torino, arrivano a malapena a 200 ha, mentre gli altri formano boschetti di pochi ettari.

I fattori di criticità per la conservazione della complessità dei sistemi forestali e quindi della loro diversità biologica nel nostro Paese derivano soprattutto da due diversi e contrastanti fenomeni:

- la progressiva marginalizzazione, con conseguente abbandono di molti boschi;
- la semplificazione delle tecniche colturali e la concentrazione delle utilizzazioni nei boschi, soprattutto cedui, che si trovano in condizioni di accessibilità e di mercato favorevoli.

Nel primo caso le conseguenze per la conservazione della biodiversità possono essere positive, soprattutto nel breve periodo, in particolare in relazione all'aumento dell'età e al progressivo arricchimento del suolo attraverso il continuo apporto di sostanza organica. Il principale effetto negativo è legato al maggior rischio di incendio.

Il fenomeno dell'abbandono può modificare la diversità paesaggistica per la perdita di alcune particolari forme colturali, come il castagneto da frutto. In taluni casi può essere opportuno conservare questa diversità, che ha valore storico e culturale oltre che naturalistico, recuperando le tecniche tradizionali di coltivazione.

In altri casi la sospensione delle utilizzazioni può fornire la possibilità di monitorare l'evoluzione di formazioni particolari e rare in certi ambienti.

Il secondo caso comporta rischi sicuramente maggiori per la tutela della biodiversità dei sistemi forestali. Il fattore di maggiore criticità appare oggi legato alla presenza nei cedui di provvigioni legnose superiori a quelle che normalmente si prelevavano in passato. Questa situazione tende a spingere la proprietà a un uso eccessivo di questi boschi. Ormai non è raro assistere a utilizzazioni su vaste superfici di cedui che hanno largamente superato 40 anni, con effetti negativi sull'assetto del territorio e sul paesaggio, con gravi danni dal punto di vista bioecologico.

In questi casi la ripresa delle ceduazioni riporta indietro il sistema, annullando la possibilità di favorire la sua evoluzione verso strutture più complesse. Appare quindi opportuno controllare questo fenomeno per non dilapidare rapidamente un vero e proprio "capitale naturale" maturato negli ultimi decenni e perdere così una buona occasione per il miglioramento dell'efficienza funzionale dei nostri boschi.

4. Strategie per la conservazione della biodiversità forestale

Il problema della conservazione della biodiversità forestale deve essere affrontato all'interno di una visione dinamica della realtà: infatti non si può prescindere dalla storia non solo naturale ma anche culturale di ogni bosco e dalla consapevolezza che il tempo è mutevole. Gli ecosistemi forestali sono sistemi biologici complessi nei quali interagiscono fattori naturali e fattori umani.

Per tutelare la diversità biologica occorre agire in modo da differenziare la gestione a diverse scale spazio-temporali e favorire la presenza di quegli elementi che possono fungere da collegamento fra le diverse scale.

A scala di *popolamento* questo vuol dire innanzitutto favorire l'aumento della *diversità strutturale* attraverso il sostegno ai meccanismi naturali di autorganizzazione e auto-perpetuazione del sistema. In generale, più è diversificata la struttura verticale di un bosco, maggiore è la diversità di specie (BELL *et al.*, 1991). Inoltre, poiché la ricchezza di specie in un ecosistema forestale aumenta con l'aumentare dell'età della componente arborea occorre superare il concetto di turno basato su considerazioni di tipo economico finanziario e favorire invece la permanenza di singoli alberi o di gruppi di alberi sulla base di un "turno biologico": alberi grandi, vecchi offrono infatti *habitat* per una molteplicità di specie vegetali e animali. Essi rappresentano inoltre vere e proprie eredità biologiche (FRANKLIN *et al.*, 1985; PERRY e AMARANTHUS, 1997) in grado di garantire la *continuità fra diverse scale temporali*.

La pianificazione forestale è un'arma preziosa per differenziare nel tempo e nello spazio gli interventi in modo da garantire, attraverso un'accurata lettura delle diverse situazioni stazionali, compositive e strutturali, il mantenimento della diversità biologica alle diverse scale spazio-temporali. La pianificazione consente inoltre di individuare e sottoporre a tutela, differenziando la gestione, le zone più delicate quali aree riparie lungo corsi d'acqua minori, zone di nidificazione o di riproduzione di particolari specie animali, ecc.

Non possiamo poi dimenticare che nel nostro Paese esiste una diversità prodotta e sostenuta dall'attività umana che ha valore storico, culturale e paesaggistico e dalla quale non si può prescindere.

La pianificazione forestale consente di recuperare e valorizzare, modulandoli nel tempo e nello spazio, forme di governo e trattamento del bosco che fanno parte del patrimonio storico e culturale del nostro Paese.

