RAFFAELLO GIANNINI (*)

CONSERVAZIONE DELLA DIVERSITÀ GENETICA E GLOBAL CHANGE

(*) Università degli Studi di Firenze; raffaello.giannini@unifi.it

I cambiamenti climatici, che sono ormai visibili e che si prevedono in aumento, possono giocare, anche in tempi brevi, un ruolo fondamentale nella funzionalità degli ecosistemi forestali soprattutto se questi sono localizzati in aree così dette vulnerabili tra le quali viene indicato il Bacino del Mediterraneo. Va da sé che una migliore conoscenza delle interazioni tra cambiamenti climatici e biomi terrestri è punto focale anche per definire linee guida per una futura programmazione e gestione dell'uso del territorio e delle sue risorse.

Parole chiave: diversità genetica; alberi forestali; conservazione; Global Change.
Keywords: genetics diversity; forest trees; conservation; Global Change.

Citazione - GIANNINI R., 2013 – *Conservazione della diversità genetica e Global Change.* L'Italia Forestale e Montana, 68 (3): 117-122. http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2013.3.02

Molto spesso in nome di una maggiore civilizzazione e di una più ampia modernità l'uomo tende a mettere sempre più in pericolo l'ambiente che lo circonda. Difatti ampie perplessità si percepiscono quando si analizza, con senso critico, il bilancio costi-benefici dell'utilizzo di fonti energetiche fossili, su cui è imperniato l'attuale sviluppo economico di molti paesi sia di antica e consolidata esistenza, sia in fase emergente. Le conclusioni che se ne traggono, fanno emergere non poche considerazioni critiche anche sui modelli di analisi applicati, perché, ad esempio, vi sono dati che potranno essere disponibili solo in un futuro in quanto molti dei fattori sono caratterizzati da effetti ritardati e poco noti. È accertata una diretta interconnessione tra cambiamenti globali (variazioni nell'intensità delle precipitazioni, nella concentrazione della CO_2 e dell'Ozono nell'atmosfera, nell'incremento delle radiazioni ultraviolette e nei cambiamenti di temperatura) e l'inquinamento ambientale dovuto alle attività antropiche. Resta di fatto che le condizioni ambientali del Nostro Pianeta sono fortemente compromesse per cui risulta necessario ed indispensabile che l'uomo intervenga con azioni atte a garantire la sicurezza ambientale (CHAPIN III *et al.*, 2000; HUGHES, 2000; PARMESAN and YOHE, 2003; PAOLETTI, 2007; BORGHETTI *et al.*,2012).

Nel caso degli organismi superiori come gli alberi forestali, si dimostra come i cambiamenti climatici possano agire su diversi caratteri e processi a livello di singolo individuo influenzando la sua capacità adattativa e quindi modificando la caratterizzazione delle popolazioni e la distribuzione della specie. Possiamo immaginarci un ampia casistica di situazioni in quanto il danno può risultare acuto e/o cronico. Nel primo caso l'estinzione risulterà in un processo molto veloce, nel secondo anche molto lungo (Fig. 1).

Un esempio può essere di aiuto: è una particolare situazione che però accumuna molte delle latifoglie che edificano i nostri boschi e che differiscono poco in alcuni processi biologici.

L'evoluzione nei generi *Fagus, Quercus, Pru-*

© 2013 Accademia Italiana di Scienze Forestali
doi: 10.4129/ifm.2013.3.02

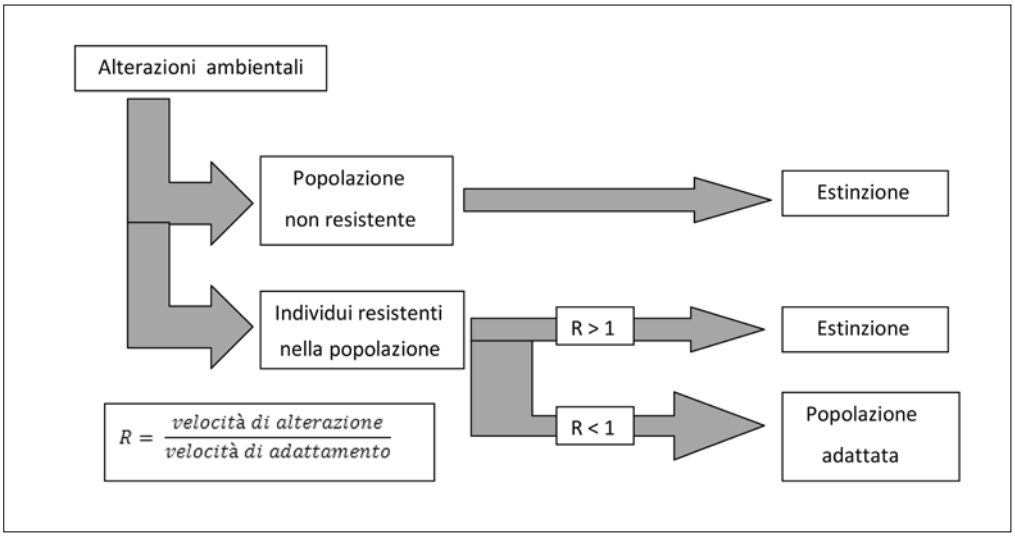

Figura 1 – Meccanismo di azione delle alterazioni ambientali ed importanza del fattore temporale: se la velocità di alterazione supera la velocità di adattamento (R<1) si può giungere all'estinzione pur in presenza di una base di resistenza.

nus, Fraxinus, ha determinato la fissazione di cicli fenologici definiti in un percorso vegetativo annuale caratterizzato da una dormienza indispensabile per il superamento dei freddi invernali, da una parte e per il completamento di cicli ormonali endogeni, dall'altra.

Un incremento nei valori di temperatura, può avere un effetto negativo sulla dormienza riducendone la durata che comporta un rallentamento delle attività ormonali. Queste rivestono ruolo essenziale sulla differenzazione a fiore che nel caso sopra indicato può essere bloccata. La pianta di per sé può avere garantita la sopravvivenza, ma non la sua capacità rigenerativa: in questo caso l'estinzione è solo rimandata.

Il mondo scientifico ha considerato con grande attenzione le nuove situazioni che si sarebbero potute creare per cambiamenti climatici. Già nel 1991, negli USA ed in Canada (DAVIS e ZABINSKI, 1991) (Fig. 2), venivano sviluppati modelli capaci di fornire previsioni circa il cambiamento/spostamento degli attuali areali di distribuzione della specie, ma anche, in alcuni casi, il momento temporale di estinzione. Oggi in seguito all'aumento delle conoscenze sull'autoecologia delle singole specie le previsioni possono risultare più efficaci.

I risultati di uno studio (THUILLER *et al*., 2005) che ha preso in considerazione a 1350 specie presenti in Europa e che si riferisce alle possibili conseguenze, imputabili ad un innalzamento dei valori di temperatura congiunto ad un aumento della concentrazione di CO_2 nell'atmosfera, indicano una previsione all'anno 2080, che più della metà delle specie prese in considerazione saranno a rischio di estinzione o estinte. La perdita risulterà particolarmente intensa nelle regioni settentrionali e montuose del Mediterraneo nonché nella Lusitania (52-60%). È stato previsto anche lo spostamento delle specie presenti in areali differenti da quelli attuali e quelle che subiranno il più alto turn-over (oltre il 60%). In altri termini sono prevedibili immigrazioni anche massicce.

Da un punto di vista della conservazione, tema che interessa in modo particolare il bacino del Mediterraneo il quale è stato riconosciuto "hot-spot" di biodiversità, un'elevata frazione della diversità inter ed intraspecifica di molte specie autoctone si ridurrà drasticamente. Non solo, ma la regione di transizione tra il mar Mediterraneo e le zone del continente europeo, è considerata come quella in cui si avrà il maggior "rimescolamento" delle specie. Questa previsione ha avuto conferma

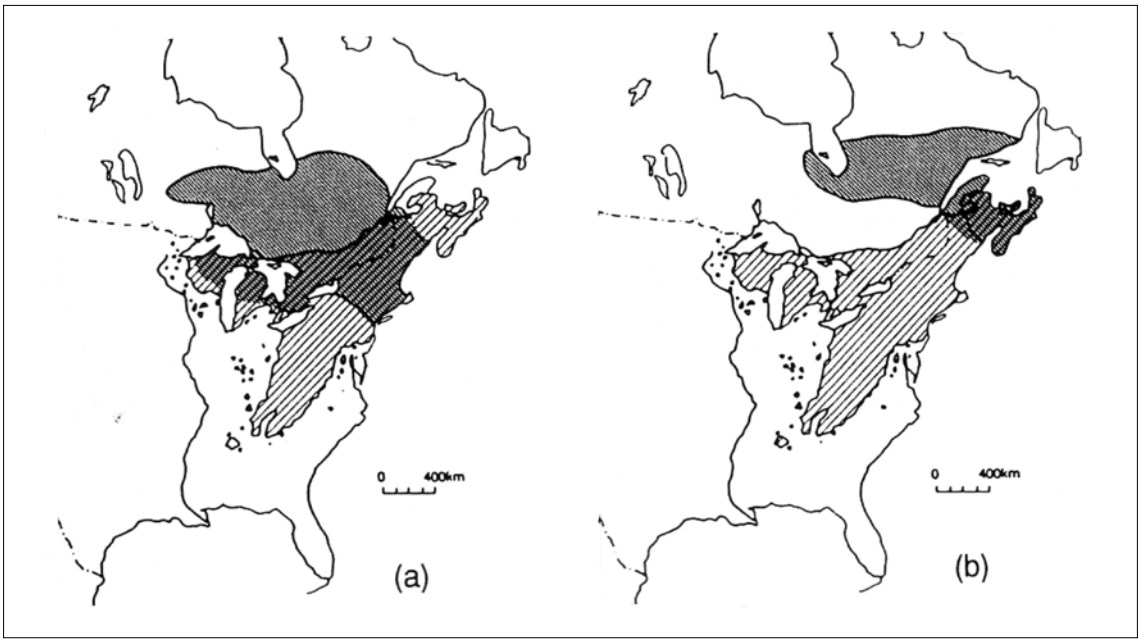

Figura 2 – Effetti previsti del "Global Warming" sulla distribuzione delle specie: areale nordamericano di *Tsuga canadiensis* in risposta a due differenti scenari climatici (a - b). Areale presente tratteggiato, areale potenziale ombreggiato (da DAVIS e ZABINSKI, 1991).

in uno studio successivo (SCHRÖTER *et al.*, 2005) che ha visto impegnati ben 16 Istituti di Ricerca europei: la stessa zona risulta essere maggiormente a rischio per fluttuazioni o scomparsa di specie.

In un contesto predittivo è certamente intuibile che possano manifestarsi rimescolamenti genetici ad alto impatto, imputabili a cambiamenti nelle modalità di azione dei fattori evolutivi.

Una visione molto pessimistica fa intravedere scenari e paesaggi molto diversi anche a causa della componente fattore-tempo. La scomparsa di molte specie per ridotto funzionamento eco-fisiologico può essere molto veloce mentre, l'immigrazione, può richiedere anche tempi assai lunghi, per cui è probabile che il processo sostituivo non sempre si manifesti attraverso un cammino lento, bensì con percorsi caratterizzati da fasi spazio/tempo distinte. Grandi speranze vengono riposte nella plasticità genomica delle singole specie e nelle capacità di queste di sopravvivere in microambienti favorevoli.

La potenzialità e la capacità evolutiva ha tassi molto diversificati nell'ambito degli esseri viventi per cui si potrebbe anche valutare, facendo ricorso ancora a modelli previsionali, quanta ricchezza di specie viene a ridursi o a sostituirsi a livello di procarioti e quanto invece possa accadere a livello di eucarioti come gli alberi forestali.

I valori relativi al tasso evolutivo e alla velocità di immigrazione di questi ultimi, in un contesto generale, raggiungono valori molto bassi. Gli alberi forestali sono gli organismi viventi con caratteristiche dimensionali massime, ma sono "costretti" a stare immobili anche per millenni. La velocità di occupazione è bassa, soprattutto nel caso di specie che:

– raggiungono la maturità sessuale in età avanzata, se presenti all'interno del bosco (70-100 anni);
– producono abbondante seme in anni anche molto distanziati nel tempo (15-30 anni);
– producono (in molti casi) seme pesante che cade, in massima parte, in prossimità della proiezione della chioma;
– sono caratterizzati da cicli successionali mediamente lunghi (300-400 anni).

Questa permanenza obbligata non può essere casuale. È probabile che si sia instaurata attraverso un percorso evolutivo che assegnava ai singoli componenti un ruolo funzionale preciso, e che portava all'affermazione dei genotipi più adatti ai vari cambiamenti creando una strutturazione genetica intraspecifica.

Si evince da ciò la necessità di studiare la diversità genetica (nel nostro caso quella degli alberi forestali), ma anche comprenderne il significato. Tra l'altro le nuove informazioni potrebbero essere di grande aiuto per l'implementazione di modelli che, in questo modo, potrebbero fornire previsioni più attendibili.

I risultati sempre più disponibili di ricerche dirette alla comprensione delle relazioni intercorrenti tra funzionalità dell'ecosistema e biodiversità stimolano a sottolineare l'importanza di quest'ultima.

I cicli bio-geo-ecologici che coinvolgono le relazioni intercorrenti tra suolo, atmosfera e vegetazione, sono i responsabili, a livello nel nostro pianeta, della funzionalità dei processi che in essi si svolgono e che ci consentono la sopravvivenza. L'efficienza di un ecosistema è controllata dalle differenti fasi successionali, da catene trofiche e bilanci energetici e relata alla diversità funzionale rappresentata dalla biodiversità di processo. Una perdita di biodiversità comporta, in modo diretto, un'alterazione della stabilità dell'ecosistema a causa di deviazioni nel potere tampone di regolazione di questo. Tutto ciò deve invitare a sviluppare un alto senso critico sull'eventuale perdita di diversità che tra l'altro a livello genetico, non può essere ripristinata.

L'impatto antropico sull'ambiente ha come conseguenza una riduzione della ricchezza di specie e quindi una limitazione funzionale dell'ecosistema. Ciò porta a considerare che un ampio "pool" di specie sia essenziale per sostenere la funzionalità stessa. La dimostrazione di queste affermazioni è ben evidente nelle monocolture specializzate del mondo agricolo, che sono capaci di fornire elevati benefici, ma richiedono, per l'estrinsecazione della loro capacità funzionale di ricevere input energetici esterni all'ecosistema (lavorazioni, diserbi, concimazioni, irrigazioni).

Agli aspetti conservativi viene riconosciuta importanza fondamentale, anche se nella fase attuativa possono sorgere vari problemi la cui risoluzione impegna specialisti di differenti discipline che riguardano non solo l'aspetto biologico, ma anche quelli politici e sociali.

Resta comunque prioritaria la protezione della diversità genetica, che riguarda la salvaguardia del risultato dell'evoluzione che ha interessato 4,5 miliardi di anni coinvolgendo differenti livelli gerarchici. Non è errato assegnare alla diversità genetica tra ed entro le popolazioni nell'ambito delle specie, la funzione di "servizio ecosistemico" (LUCK *et al.*, 2003). Con ciò si sottolinea anche quanto la conservazione della diversità richieda l'individuazione di strategie operative che considerino un approccio di globalità protettiva nei confronti della componente genetica.

Come già indicato, gli alberi per le loro caratteristiche eco-biologiche, per i lunghi cicli vitali, per la loro immobilità, sono sottoposti a condizioni ambientali eterogenee e suscettibili di mutare anche notevolmente nel corso del tempo. La ricchezza del loro patrimonio genetico ed in molti casi congiuntamente alle caratteristiche dei loro processi riproduttivi, consente alta capacità di adattamento e di sopravvivenza. Ma il punto essenziale è, che tale ricchezza non risiede nella componente allelica del singolo individuo, ma nella ricchezza allelica di tutti gli individui che compongono le singole popolazioni. Questo conferma ancora come la conoscenza ed un'analisi critica della variabilità inter ed intra popolazione, rappresenti punto essenziale di riferimento per qualsiasi attività di gestione selvicolturale ed in particolar modo per tutte quelle azioni dirette alla conservazione stessa.

Per ogni singola specie è indispensabile conoscere e definire: la caratterizzazione strutturale degli ecosistemi forestali naturali a cui partecipa:

– la caratterizzazione genetica nel tempo e nello spazio (filogenesi e filogeografia) e la sua variabilità;
– il livello di pericolo di erosione e/o di sopravvivenza (utilizzazione, pascolo, fuoco,

urbanizzazione, inquinamento e cambiamenti globali);
– le strategie di conservazione *in situ* ed *ex situ*.

Qualsiasi strategia di conservazione della biodiversità e diversità genetica, deve procedere lungo una via maestra che si immerga e che si compenetri nell'ecosistema foresta ed in alcune peculiarità di riferimento come la strutturazione spaziale, la frammentazione e/o la rarità delle specie. È presente purtroppo un grosso "collo di bottiglia" nel momento in cui il riferimento alla strutturazione dell'ecosistema naturale non sempre è noto. In Europa (ma non solo) 5000 anni di "civilizzazione" hanno di fatto compromesso la "naturalità" degli ecosistemi forestali. Difatti in Europa resta forse un'unica foresta "quasi vergine" quella di Bielowieza Puszcza (WEISMAN, 2007), che comunque è stata politicamente divisa, essendo spartita tra Polonia e Bielorussia.

Come conclusioni mi piace ricordare l'attività (iniziata dal mio Maestro Prof. Ezio Magini e proseguita dal sottoscritto e da numerosi allievi) svolta qui in Sardegna nell'ambito di una proficua collaborazione con l'Ente Foreste della Sardegna che dura ormai da oltre quaranta anni. Lo studio ha riguardato molte delle principali specie autoctone e si è concretizzato con varie aree sperimentali che oggi non solo possono fornire importanti dati sperimentali, ma rappresentano anche centri di conservazione della diversità genetica.

I punti di maggiore interesse emersi da questa fattiva collaborazione hanno evidenziato:
– l'importanza degli ecosistemi forestali sardi; questo riconoscimento che ad essi viene attribuito, emerge da valutazioni scientifiche di primo a livello internazionale anche perché contribuiscono alla valutazione di "hotspot" di biodiversità del bacino del Mediterraneo;
– l'importanza di alcuni relitti ed endemismi, per i quali occorre prevedere azioni di conservazione puntuali in quanto esistono concrete minacce di erosione e di estinzione (si ricorda i relitti ancestrali di roverella sul Gennargentu – "I Giganti del Gennargentu" – e la loro precarietà di sopravvivenza; CITTERIO *et al.*, 2007; PUXEDDU *et al.*, 2010);
– l'importanza di alcuni boschi di elevata rarità in quanto in fase di maturità avanzata nella successione naturale (*old-growth forest*), che rappresentano monumenti storici della vegetazione forestale, ma anche esempi di riferimento e di confronto per lo studio e per la valutazione della situazione odierna a livello di specie e di ecosistema.

Infine una considerazione. È imperativo che si provveda alla definizione di una strategia conservativa attraverso piani specifici di settore in quanto è necessario un coordinamento che tenga conto delle esigenze socio-economiche e dei limiti imposti dalle risultanze di studi e ricerche nell'ambito della conservazione in relazione ai cambiamenti climatici. Perché si possa operare in tal senso è necessario che il mondo scientifico interagisca con quello politico-gestionale.

In particolare il mondo scientifico deve:
– rendere disponibili le informazioni di base necessarie per poter emanare normative appropriate;
– partecipare alla formulazione delle norme che siano rispettose dell'esigenze socio-economiche e di quelle della conservazione;
– avere la possibilità di verificare se effettivamente le decisioni gestionali per la costituzione di un'area soggetta a protezione e conservazione siano efficaci nel mantenerne la biodiversità.

Di contro il mondo politico deve assicurare il supporto a che l'informazione scientifica possa ampliare le conoscenze con mezzi innovativi che sono e verranno ad essere disponibili nel futuro.

SUMMARY

Conservation of genetic diversity and Global Change

The effects of global changes may have tremendous effects on ecosystem functionality, particularly in vulnerable areas such as the Mediterranean Basin.

Understanding the relationship between anthropogenic stressors and complex processes of adaptation and survival of trees and populations, requires synergic approaches which combine information about gene expression and physiological traits. In this paper the effects of global change on genetic diversity of forest trees is discussed, as a basis for future land use planning and forest management.

BIBLIOGRAFIA

BORGHETTI M., LA MANTIA T., MENOZZI P., PIOTTI A., 2012 – *The likely impact of climate change on the boreal Italian forests*. Forest@, 9: 245-250. http://dx.doi.org/10.3832/efor0708-009

CITTERIO G., PUXEDDU M., GIANNINI R., 2007 – *La foresta relitta di roverella dei Monti del Gennargentu, Sardegna*. Forest@, 4: 11-18. http://dx.doi.org/10.3832/efor0443-0040011

CHAPIN III F.S., ZAVALETA E.S., EVINER V.T., NAYLOR R.L., VITOUSEK P.M., REYNOLDS H.L., HOOPER D.U., LAVOREL S., SALA O.E., HOBBIE S.E., MACK M.C., DÍAZ S., 2000 – Consequences of changing biodiversity. Nature, 405: 234-242. http://dx.doi.org/10.1038/35012241

DAVIS M.B., ZABINSKI C., 1991 – *Changes in geographical range resulting from greenhouse warming. Effects on biodiversity in forests*. In: "Consequences of the Greenhouse Effect for Biological Diversity". Ed. RL Peters. Yale University Press: New Haven, Connecticut.

HUGHES L., 2000 – *Biological consequences of global warming: is the signal already*. Trends Ecol. Evol., 15: 56-61. http://dx.doi.org/10.1016/S0169-5347(99)01764-4

LUCK G.W., DAILY G.C., EHRLICH P.R., 2003 – *Population diversity and ecosystem services*. Trend Ecol. Evol., 18: 331-336. http://dx.doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00100-9

PAOLETTI E., 2007 – *Impatto di inquinamento atmosferico e cambiamento climatico sugli ecosistemi forestali: le attività del Resarch Group 7.01 della IUFRO*. Forest@, 4: 451-459. http://dx.doi.org/10.3832/efor0489-0040451

PARMESAN C., YOHE G., 2003 – *A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems*. Nature, 421: 37-42. http://dx.doi.org/10.1038/nature01286

PUXEDDU M., CITTERIO G., GIANNINI R., 2010 – *The last Gennargentu downy oak giant*. L'Italia Forestale e Montana, 65: 783-787.

SCHRÖTER D., CRAMER W., LEEMANS R., PRENTICE C.I., ARAÚJO M.B., ARNELL N.W., BONDEAU A., BUGMANN H., CARTER T.R., GRACIA C.A., DE LA VEGA-LEINERT A.C., ERHARD M., EWERT F., GLENDINING M., HOUSE J.I., KANKAANPÄÄ S., KLEIN R.J.T., LAVOREL S., LINDNER M., METZGER M.J., MEYER J., MITCHELL T.D., REGINSTER I., ROUNSEVELL M., SABATÉ S., SITCH S., SMITH B., SMITH J., SMITH P., SYKES M.T., THONICKE K., THUILLER W., TUCK G., ZAEHLE S., ZIERL B., 2005 – *Ecosystem Service Supply and Vulnerability to Global Change in Europe*. Science, Published online 27 October 2005; 10.1126/science.1115233. http://dx.doi.org/10.1126/science.1115233

THUILLER W., LAVOREL S., ARAÚJO M.B., SYKES M., PRENTICE C.I., 2005 – *Climate change threats to plant diversity in Europe*. PNAS 102: 8245-8250. http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0409902102

WEISMAN A., 2007 – *The World Without Us.* Thomas Dunne Books. St. Martin's Press. N.Y. 324 p.