

UC Merced

Biogeographia - The Journal of Integrative Biogeography

Title

La flora della Sicilia come chiave di lettura per la fitogeografia mediterranea: una visione autobiografica

Permalink

<https://escholarship.org/uc/item/2v74q0jc>

Journal

Biogeographia - The Journal of Integrative Biogeography, 30(1)

ISSN

1594-7629

Author

Pignatti, Sandro

Publication Date

2011

DOI

10.21426/B630110561

Peer reviewed

La flora della Sicilia come chiave di lettura per la fitogeografia mediterranea: una visione autobiografica

SANDRO PIGNATTI

*Prof. Emerito di Ecologia, Università di Roma "La Sapienza", Dipartimento di
Biologia Vegetale, I-00185 Roma (Italy);
e-mail: sandro.pignatti@gmail.com*

Key words: Mediterranean, polyploidy, dwarf shrubs, evolutionary patterns, coevolution.

SUMMARY

Sicily is in a central position, in the middle of the Mediterranean basin. Its present location and shape, indeed, are the final point of a long sequence of geological events. Several portions of Sicily played an important role in phases of connection or isolation during the genesis of the large inland sea. In fact, the Mediterranean area is worldwide among the more unstable, and during the Tertiary was submitted to dramatic transformations. The Mediterranean flora and fauna are the testimony of this biogeographical history, whose traces have been detected in recent studies. Indeed, a general interpretation of the evolution in this area appears still unripe. Here an overview is given on the subjective experiences of the author, mainly based on studies on flora and vegetation of Sicily, which clarified some aspects of the Mediterranean biogeography.

INTRODUZIONE

Il bacino del Mediterraneo ha una superficie complessiva di oltre 6 milioni di km², dei quali solo poco più della metà sono terre emerse, ed il resto costituisce il più grande mare interno del pianeta. Tre continenti si affacciano al Mediterraneo: l'Europa con le sue coste meridionali, l'Asia Anteriore e l'Africa Settentrionale; vi sono almeno 6 isole maggiori (Maiorca, Sardegna, Corsica, Sicilia, Creta e Cipro), alle quali si può aggiungere un centinaio di isole minori (con almeno 10-20 km² di superficie e popolazione agglomerata in centri storici e piccole città) e migliaia di isole piccole e piccolissime, molte delle quali disabitate ed inabitabili.

Il clima dell'area mediterranea è di tipo temperato-caldo con temperatura media annua compresa tra 14-19 °C e nessun mese con media inferiore allo zero. Le precipitazioni variano in generale tra 400 e 1000 mm annui, ma con caratteristiche molto particolari, in quanto esse sono concentrate nel periodo dal-

l'autunno alla primavera e mancano quasi del tutto in estate. Queste condizioni si hanno anche in altre zone del globo, in generale a 30°-40° di latitudine, quando una massa continentale è situata immediatamente ad est di una distesa oceanica: California, Cile centrale, Sudafrica (Prov. del Capo) ed Australia occidentale, indicate come "mediterranean type ecosystems" (Di Castri e Mooney, 1973). I vegetali che sembrano meglio adattati a queste condizioni hanno portamento arbustivo o di alberi non molto elevati, con foglie sempreverdi dotate di spessa cuticola (sclerofillia), che formano dense comunità come la macchia mediterranea (Rikli, 1943; Suc, 1984; Quézel e Medail, 2003) ed altre formazioni simili: chaparral (California, Cile), fynbos (Sudafrica), qwongan (Australia). Le flore di questi ambienti sono ricche di piante facilmente preda del fuoco ("fire prone ecosystems"). Nel Mediterraneo le specie sempreverdi arboree o alto-arbustive sono *Quercus ilex*, *Q. suber*, *Olea europaea*, *Ceratonia siliqua*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Phillyrea latifolia*, *Arbutus unedo* e tra le aghifoglie *Pinus halepensis*, *P. pinea*, *P. pinaster*, *Cupressus sempervirens* e varie specie di *Juniperus* ed *Erica*. La flora del Mediterraneo è valutata a ca. 25000 specie di piante vascolari (Quézel, 1999), con una percentuale di endemismo che in generale varia tra 10-20%, con punte fino al 40% sull'Atlante, Sierra Nevada e le montagne della Grecia ed Anatolia. Per queste ragioni l'area mediterranea è considerata tra i biomi più altamente diversificati del globo.

L'elevata diversità della flora mediterranea (alla quale si accompagna una parallela diversità del componente faunistico) è la conseguenza di una lunga fase di instabilità, che si estende su tutti i periodi più recenti del Terziario, dal Miocene in poi. In termini molto generali, questa instabilità è legata alla pressione della placca africana sulle micro-placche che attualmente formano l'Europa meridionale. Riassumiamo sinteticamente i principali avvenimenti, che possono essere presi in considerazione (da Pignatti, 2007):

- *orogenesi alpina* – la formazione di un sistema di catene montuose, comprendente Pirenei, Alpi, Balcani e nelle fasi più recenti anche gli Appennini, ha fornito l'occasione per un massiccio processo di speciazione (orofite sudeuropee); in questo, ha avuto grande importanza il serbatoio genetico sud-occidentale (Alto Atlante marocchino);
- *sindrome messiniana* – il Mediterraneo diventa un grande deserto salato e la vita vegetale si rifugia negli ambienti montani: si tratta di specie dei subdeserti orientali, già adattate a questi ambienti, con prevalenza di latifoglie sempreverdi ed arbusti spinosi (la fascia Irano-Nevadense); si stabilisce una flora alofitica derivante dai deserti salati, mentre negli apparati deltizi evolve una flora mesofila;
- *evoluzione per riduzione* – dopo la crisi di salinità si stabilisce un clima simile all'attuale: le coste del Mediterraneo sono coperte da una foresta sem-

preverde a bassa diversità; azione del fuoco (fattore naturale di questo ecosistema), che apre spazi liberi dalla vegetazione arborea, ed essi vengono invasi da specie erbacee a ciclo breve: intensa speciazione ed aumento della biodiversità;

– *crisi termica del Quaternario* – le glaciazioni producono effetti soprattutto negli ambienti montani, con una massiccia migrazione di organismi boreali lungo le tre penisole, fino alla Sierra Nevada, Sicilia ed Epiro; a questi si aggiungono gli effetti dell'azione dell'uomo, che saranno trattati più avanti.

I fattori sopra ricordati formano un insieme eterogeneo, ed essi hanno agito sull'evoluzione della flora mediterranea in tempi diversi, e con conseguenze diverse, spesso tra loro contrastanti. Un tentativo di darne un quadro sistematizzato appare oggi prematuro, e forse rimane irrealizzabile. Pertanto tratterò questi problemi seguendo un filo autobiografico, cioè indicando come, nella mia esperienza di naturalista, essi mi si sono presentati, mi è stato possibile affrontarli e – in qualche caso fortunato – portare qualche contributo alla loro soluzione.

Presenterò una serie di variazioni su un tema, che rimane costante: la centralità della Sicilia. Questo, infatti, è il punto di snodo della natura mediterranea, per la sua posizione geografica, il carattere insulare (moderato dalla vicinanza della costa di due continenti: Africa ed Europa), il suo ruolo di land-bridge intercontinentale, l'antica presenza dell'uomo, sia in popolazioni autoctone che negli insediamenti costieri di fenici, greci e forse di altri popoli marittimi del Mediterraneo.

1951 - La scoperta della natura mediterranea

Il mio primo contatto con la natura mediterranea avviene alla fine di maggio del 1951, poco prima della laurea in Scienze Naturali. Avevo maturato una prima esperienza nella Laguna di Venezia, che però come clima e flora è già fuori dal Mediterraneo, e partecipavo ad un viaggio di ricerca assieme a due zoologi veneziani, portando un ben misero bagaglio di conoscenze precedenti. Abbiamo attraversato lo Stretto di notte e campeggiato in uno spiazzo vicino alla strada; il mattino seguente ci siamo fermati per una prima raccolta sul greto della fiumara Tono, a pochi chilometri da Messina: così la conoscenza della vegetazione mediterranea per me è iniziata sulla spiaggia tirrenica, e poi con le specie igrofile lungo il fiume, i lembi della macchia costiera, un frammento di lecceta. Fin dal primo momento venivo messo di fronte ad una ricchezza di specie, che sul litorale veneziano non avrei potuto immaginare.

Il discorso continuava nei giorni seguenti, sulla fiumara Furiano, la macchia costiera presso Cefalù, e quindi una puntata sulla Pizzuta mi apriva il mondo

delle montagne mediterranee. Il viaggio successivamente mi portava attraverso il Maghreb fino all'Atlante ed alla costa atlantica. Negli anni successivi avevo la possibilità di visitare il Libano e poi effettuare due lunghi soggiorni a Barcellona e Montpellier, dove ho avuto la possibilità di studiare la vegetazione mediterranea con la guida di un gran Maestro, cfr. Braun-Blanquet (1952).

Alla fine di questo noviziato, avevo già la possibilità di comprendere come gli elementi della flora e della vegetazione, in tutta l'area percorsa, avessero tratti comuni, molto più significativi delle differenze esistenti tra l'uno e l'altro ambiente. Anche le conoscenze sulla Laguna di Venezia mi diventavano comprensibili, come una particolare variazione di un modello di significato generale (Kuhnholz-Lordat, 1923), messo in condizioni-limite, al margine dell'ambiente continentale. Da allora, in ogni nuova visita, l'ambiente mediterraneo si è confermato come un'inesauribile fonte di nuove esperienze.

1960 - Statistiche sulla poliploidia

Negli anni '50 vengono pubblicati i cataloghi di Tischler e di Darlington, che permettono di raggiungere uno sguardo d'insieme (anche se incompleto) sui numeri cromosomici delle specie della flora europea. Sono definiti i numeri di base e molte serie poliploidi; già da lavori degli anni '30 appare chiaro che le specie delle zone fredde hanno una maggiore tendenza verso la poliploidia che quelle delle zone calde: la "regola di Tischler". Mi viene l'idea di controllare questa regola, non sulla base di esempi singoli, ma sui dati medi di tutte le specie presenti in una associazione vegetale. Mi trovo immediatamente di fronte ad una miriade di dati tra loro discordanti; allora decido di scegliere tipi di vegetazione tra loro coerenti. Per un paragone tra diverse temperature, scelgo le associazioni climax, cioè quelle che più direttamente dipendono dalle condizioni climatiche, in un gradiente dal Mediterraneo alla zona artica, ovviamente in Europa, perchè i dati citologici sono disponibili soltanto per Europa, Nordamerica e Giappone, però al tempo si avevano sufficienti dati fitosociologici soltanto per l'Europa. Il risultato (Fig. 1) appare in accordo con la regola di Tischler, perchè la frequenza dei poliploidi mostra un regolare aumento dalla lecceta alla tundra. Però, allargando lo studio ad altri tipi di vegetazione, il quadro si complica. Faccio un gran numero di faticosi conteggi (i computer non erano ancora disponibili!) che mettono in evidenza vistose anomalie: sulle Alpi, nella fascia più elevata (più fredda) i diploidi aumentano (mentre secondo la regola di Tischler dovrebbero diminuire); nella zona mediterranea le associazioni della gariga hanno una percentuale maggiore di poliploidi della lecceta, pur vivendo in ambienti più caldi di questa. Un'obiezione più significativa è che, a tutt'oggi, non si conosce una ragione plausibile per correlare il numero cromosomico alla temperatura.

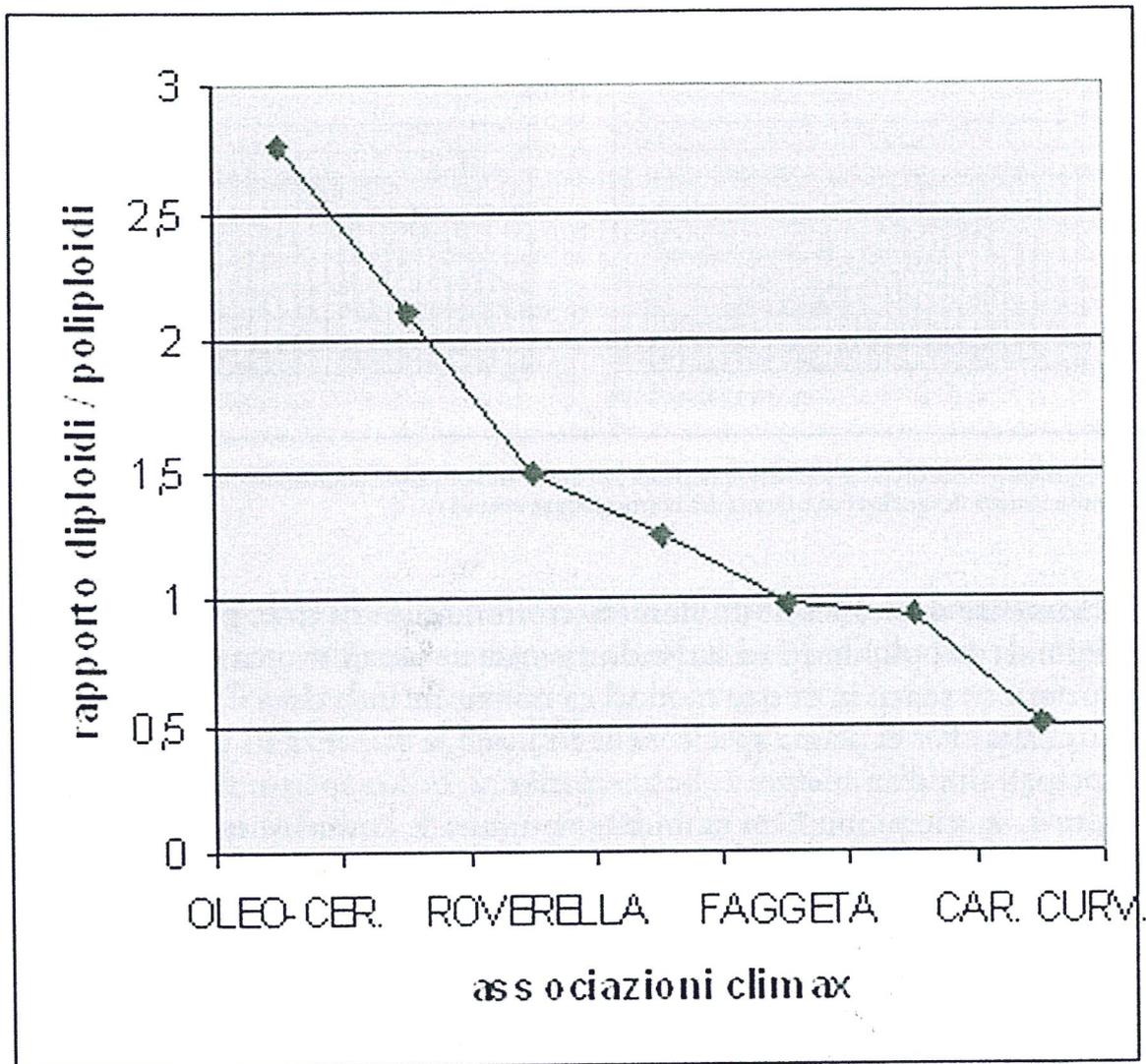


Fig. 1 - Rapporto tra la frequenza delle specie diploidi e poliploidi in 7 tipi di vegetazione climax in Italia, ordinati da quello dell'ambiente più caldo (*Oleo-Ceratonion*) a quello più freddo (*Caricetum curvulae*): l'incidenza dei poliploidi aumenta con l'abbassarsi della temperatura.

Un elemento illuminante viene dalla constatazione che, nelle condizioni più diverse, quando si ha un impatto umano, la frequenza di poliploidi della vegetazione sinantropica è più elevata di quella della corrispondente comunità naturale. Nella vegetazione mediterranea questo fenomeno è particolarmente evidente. Però, la temperatura rimane, nei due casi, invariata: dunque, l'aumento di poliploidi non dipende dalla temperatura, ma da una causa differente. Questa condizione è rappresentata nella Fig. 2, che riporta la distribuzione di 236 specie della flora italiana nei vari tipi di vegetazione. Il grafico di sinistra indica la distribuzione dei diploidi, quello di destra dei poliploidi (nella categoria dei poliploidi sono inserite anche le specie per le quali sono noti sia citotipi poliploidi che diploidi). Le specie sono state prese a caso, entro gruppi nei quali

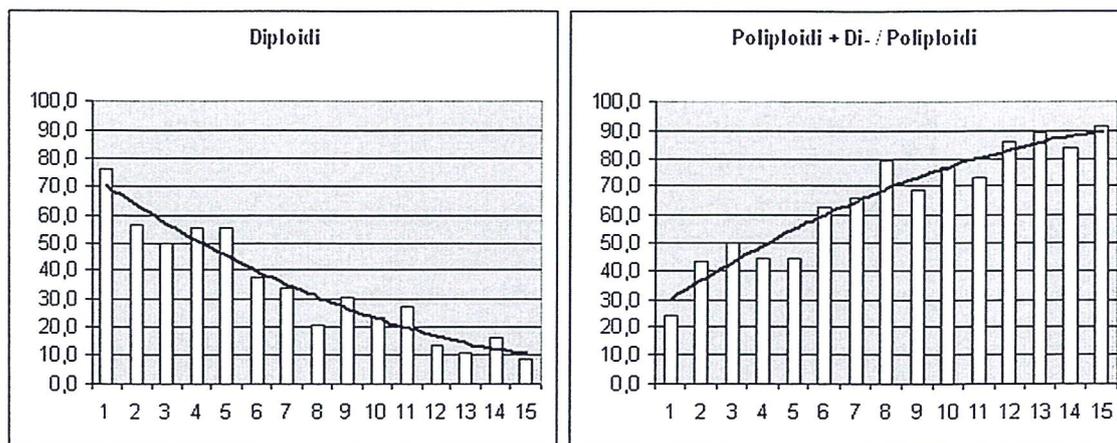


Fig. 2 - Frequenze relative di specie diploidi e poliploidi in 15 ambienti principali, ordinati secondo l'impatto umano, minimo a sinistra del grafico e massimo a destra (spiegazione nel testo).

sia chiaramente riconoscibile un numero cromosomico di base, per distinguere diploidi da poliploidi, ed escludendo i generi nei quali manca una normale riproduzione sessuata: in questo modo il campione include circa il 5% della flora considerata. Per ciascuna specie viene indicata la presenza in uno o più tra 15 principali tipi d'ambiente: 1. bosco climax; 2. bosco aperto; 3. cespuglieto naturale; 4. specie pioniere in ambiente naturale; 5. ambienti estremi; 6. cespuglieto durevole; 7. vegetazione erbacea durevole; 8. ambienti umidi; 9. vegetazione acquatica; 10. cespuglieto degradato; 11. vegetazione erbacea transitoria; 12. prati falciati; 13. ambienti calpestati; 14. ambienti ruderali; 15. coltivi. I tipi di ambiente sono ordinati da quelli del tutto naturali (a sinistra) a quelli sottoposti all'azione umana (a destra): i tipi 1-5 corrispondono ad un assetto naturale della vegetazione, i tipi 12-15 sono interamente sottoposti all'azione umana, mentre i tipi 6-11 hanno carattere semi-naturale. Dal grafico risulta chiaro che i diploidi si concentrano nella vegetazione naturale con frequenze di 50-75%, i poliploidi invece nella vegetazione sinantropica, dove raggiungono 80-90% del totale.

Da questi risultati esce una spiegazione abbastanza inattesa (Pignatti, 1960, 1961, 1966): la poliploidia è soltanto uno dei tanti meccanismi di speciazione; esso (da statistiche successive eseguite su ampi campioni) è all'origine di almeno il 40% delle specie di angiosperme nella flora europea. Quando nell'ambiente si ha una nicchia "vuota", nuovi genotipi potranno emigrare e stabilizzarsi: tra questi aumenta la probabilità che vi siano poliploidi; dunque, la frequenza delle specie poliploidi aumenta dove ripetutamente si siano presentati spazi vuoti da colonizzare. Per questo, la vegetazione naturale, che è relativamente stabile, ha una bassa percentuale di poliploidi; la percentuale invece aumenta nella vegetazione instabile delle aree disturbate. La formazione di spazi vuoti può derivare da glaciazioni, come nelle aree fredde, oppure dall'impatto

umano, come nella gariga del Mediterraneo e nella vegetazione sinantropica, oppure da altre cause. Si può dunque ipotizzare, che l'aumento di poliploidi nella zona artica dipenda dalle condizioni di instabilità causate dai frequenti cicli di espansione/regresso della calotta glaciale. Gli ambienti conservativi, come tipicamente le alte montagne, pur essendo fredde, hanno invece bassa percentuale di poliploidi.

Questa ricerca è partita da un problema della flora artica, ma per me ha significato la scoperta che il bacino del Mediterraneo è ricco di ambienti conservativi, nei quali si mantengono i citotipi diploidi: qui sta la grande riserva genetica di specie diploidi, dalla quale si è originato un componente essenziale della flora europea. La Sicilia è ricca di endemismo conservativo, come è testimoniato dai casi paradigmatici di due specie prossime all'estinzione: *Abies nebrodensis* (un'unica popolazione sulle Madonie) e *Zelkova sicula* (un unico individuo policormico sugli Iblei).

(1952) 1960-1972 - Il genere *Limonium* e gli scambi intercontinentali

L'interesse per il genere *Limonium* è nato nel giugno del 1952, in maniera del tutto imprevista, durante una fruttuosa escursione nell'isola di Mallorca (Baleari), successive ricerche negli ambienti salati (costieri e interni) della Catalogna, ed il paziente studio delle raccolte negli erbari di Barcellona e Montpellier. In realtà, sulle coste mediterranee vivono centinaia di specie attribuibili a questo genere; in Sicilia sono circa 40 specie, quasi tutte endemiche, generalmente apomittiche. Altre aree ad elevata diversità sono la Sardegna, Baleari, Penisola Iberica ed Egeo. Una trattazione completa delle specie europee è stata pubblicata in *Flora Europaea* vol. IV (Pignatti, 1971).

Le specie del genere *Limonium* sono strettamente legate agli ambienti salini: nella grande maggioranza vivono sulle scogliere, a pochi metri dalla linea di costa e fino al limite dell'aerosol marino (in generale 50-100 m), anche su litorali sabbiosi, nelle lagune salmastre ed in ambienti salati continentali. Di fronte ad un numero di specie così elevato, ci si pone il problema della causa. Anche in questo caso si può ipotizzare la possibilità di invadere spazi vuoti, come conseguenza delle frequenti variazioni di livello del Mediterraneo durante Pliocene e Pleistocene. In *Limonium*, tuttavia, questo non ha provocato un aumento di poliploidia, ma un sovrapporsi di cicli di frammentazione/ricongiungimento seguiti da ibridazione e passaggio all'apomissia. Anche per la flora costiera del Mediterraneo, l'occupazione di spazi vuoti appare un fattore-chiave per la microevoluzione a livello simpatico e parapatrico.

Il caso di *Limonium* appare l'esempio di un gruppo originatosi al di fuori del Mediterraneo, ma che qui ha avuto un'intensa differenziazione in epoca relativamente recente. La sua origine potrebbe essere ricondotta all'area medio-orien-

tale (SW-asiatica), ma per altri versi si potrebbe anche ipotizzare un'origine sudafriicana, con risalita lungo la costa atlantica ed una stazione intermedia nelle Canarie. Forse, componenti differenti di questo genere sono entrati nel Mediterraneo, sia da est che da ovest. La soglia di Gibilterra ha sicuramente avuto una grande importanza negli scambi floristici e faunistici (Galán de Mera et al., 2003).

In effetti, la storia geologica del Mediterraneo è la base indispensabile per l'interpretazione biogeografica. Sulle relazioni tra le flore dei sistemi montuosi dell'area occidentale (Pirenei, Cordigliera Cantabrica, Sierra de Gredos, Sierra Nevada) e di questi con le Alpi si rimanda ai lavori di Braun-Blanquet (1923), Favarger (1972), Küpfer (1974), sui rapporti con l'Atlante a Galland (1988), e con la Corsica e Pen. Appenninica a Contandriopoulos (1962). Sul ruolo della Sardegna, manca finora un'opera esauriente, ma un'informazione esauriente è contenuta nei lavori sulla flora endemica dell'isola (Arrigoni et al., 1977-1991). A questa soglia occidentale fa riscontro una soglia orientale con strette relazioni tra Anatolia, Egeo, Grecia e fino alla Puglia. Anche la Sicilia ha svolto un ruolo importante nelle relazioni con l'Africa, però un'opera monografica su questo argomento finora manca.

1969 - La vegetazione algale

Durante il sec. XIX in Italia si sviluppò una importante scuola nel campo dell'algologia (ficologia), ma in seguito questa grande tradizione venne abbandonata, e verso la metà del sec. passato quasi più nessuno si occupava delle alghe dei nostri mari. Per me, il primo passo nella conoscenza del mondo delle alghe è avvenuto mediante l'esplorazione dei popolamenti di alghe marine delle coste attorno a Venezia (Pignatti, 1962); in questo studio il concetto di associazione vegetale, seguendo modelli precedenti (cfr. Feldmann, 1937), è applicato anche all'ambiente sommerso nell'acqua marina: vengono descritte le comunità vegetali caratterizzate dalla composizione floristica e da una particolare ecofisiologia. Tuttavia, l'Alto Adriatico ha il carattere di un ampio estuario (Lausi e Pignatti, 1974), con acqua torbida, ricca di nutrienti, a bassa salinità: quando ho avuto la possibilità di studiare la flora delle acque del Mediterraneo, la cui proverbiale limpidezza è strettamente legata alla povertà di nutrienti, ho scoperto una ricchezza di forme che non avrei immaginato.

L'esperienza più importante è avvenuta con la crociera organizzata dal CNR nei mari di Sicilia nella tarda primavera del 1969. Anche per l'ambiente sottomarino la Sicilia è un centro di smistamento di elementi floristici, soprattutto per il carattere "atlantico" dei popolamenti a *Sargassum* dello Stretto di Messina. Anche la vegetazione dei fondali più difficilmente raggiungibili (fino a quasi un centinaio di m) ha caratteri del tutto peculiari. Però negli ultimi anni si

assiste, proprio in Sicilia, all'ingresso di specie algali oppure fanerogame marine, di origine esotica, che vengono ad alterare l'equilibrio ecosistemico.

1972 - Gli arbusti spinosi

Alla fine degli anni '60 una escursione della Società estalpino-dinarica di fitosociologia ci porta sul M. Tremalzo, tra Garda e Giudicarie, uno dei santuari dell'endemismo insubrico. Un ambiente stimolante: si accende una discussione sul limite della vegetazione arborea in montagna, nella quale Helmut Gams, professore a Innsbruck, traccia un suggestivo paragone tra la vegetazione a rododendri delle Alpi e quella ad arbusti spinosi delle alte montagne mediterranee. Qui nasce un problema: perchè un arbusto mediterraneo sviluppa le spine? La risposta è ovvia: per difendersi dal pascolo degli erbivori; ma allora, perchè i rododendri alpini non hanno spine? Forse i camosci delle Alpi sono meno voraci dei mufloni mediterranei? Domande senza risposta. E nella tarda primavera ed estate del 1972 si organizza un'escursione ad hoc per studiare le comunità di arbusti spinosi dell'Italia mediterranea: *Astragalus genargenteus*, *A. sirinicus*, *A. calabrus*, *A. siculus*, *A. nebrodensis*, *Santolina neapolitana* ed anche l'analoga vegetazione costiera con *Astragalus massiliensis*, *Erodium corsicum*, *Genista corsica*.

Fin dal primo momento risulta chiaro, che non si tratta di competizione con gli erbivori, e quindi la spiegazione viene ricercata affrontando un complicato problema ecofisiologico (Pignatti E., Pignatti S., Nimis, Avanzini, 1980). Queste formazioni ad arbusti spinosi si sviluppano soltanto nei sistemi montuosi prossimi alla costa, sulle creste direttamente esposte alle correnti umide provenienti dal mare. Al mattino la radiazione solare riscalda l'atmosfera e si avviano correnti ascensionali: dal mare si ha risalita di aria umida. Sorge l'ipotesi che possa avvenire condensazione e le piante siano in grado di utilizzare l'acqua disponibile sotto la forma di precipitazioni occulte. Una serie di esperimenti sulle Madonie conferma questa ipotesi. Ma questo, come si collega alle spine? Il problema non riguarda soltanto i fattori esterni, ma anche come le piante sono selezionate da questi.

Gli arbusti spinosi infatti presentano una serie di adattamenti ecomorfologici ed ecofisiologici mirati ad utilizzare i momenti nei quali avviene condensazione dell'umidità atmosferica. Osservando le spine degli *Astragalus*, si nota che queste spine sono di tipo del tutto speciale, e ben diverse da quelle di *Rosa* e *Rubus*, che si inseriscono direttamente sul fusto. In una foglia imparipennata (la struttura normale in tutte le specie di astragali mediterranei), l'asse si indurisce ed il segmento apicale si trasforma in una punta acuta. La spina deriva dalla nervatura centrale della foglia, indurita, rettilinea ed appuntita all'apice; essa non serve per pungere ed ha una funzione ben precisa, in quanto fornisce

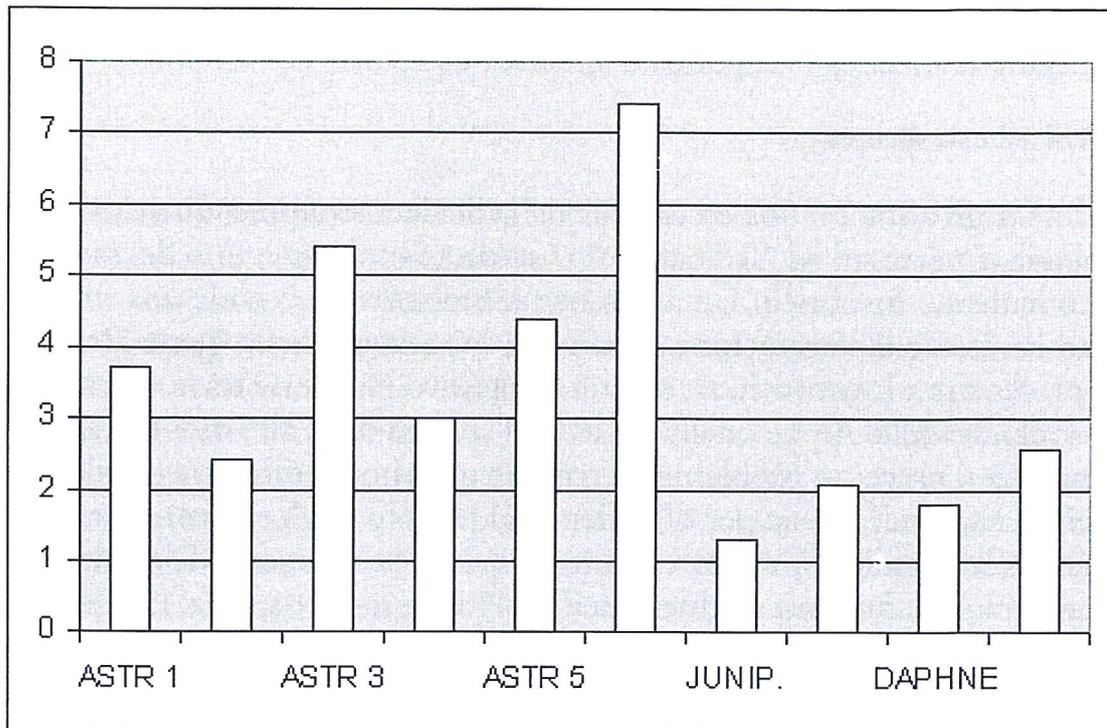


Fig. 3 - La spina come superficie di condensazione dell'umidità atmosferica: rugiada evaporata in 45 minuti in % del peso secco: 1-6 - campioni di *Astragalus nebrodensis* paragonati a campioni di *Juniperus oxycedrus*, *Scabiosa crenata*, *Daphne oleoides* e *Fagus sylvatica* (da Pignatti et al., 1980).

la superficie di condensazione per l'umidità atmosferica. Poco dopo l'alba la spina è coperta di rugiada (anche in piena estate, dopo mesi di siccità completa!), le gocce scivolano lungo la spina, si raccolgono sul fusto ed alla fine sono convogliate verso la radice. Gli arbusti spinosi hanno inventato l'irrigazione a goccia prima di noi.

Con gli arbusti spinosi viene caratterizzata la fascia di vegetazione Irano-Nevadense. Essa ha il suo centro in Iran e si estende sulle alte montagne mediterranee (Anatolia, Grecia, Sila, Etna, Madonie, Gennargentu, Provenza) e fin quasi alla sponda dell'Atlantico (Sierra Nevada, Atlante). L'insediamento nel Mediterraneo è oggi altamente frammentato, ma probabilmente poteva costituire una fascia continua durante il Messiniano, cfr. Hsü et al. (1977). Sull'Etna, un vulcano ancora in fase giovanile, i popolamenti di *Astragalus siculus* hanno uno sviluppo imponente. Su questa base, è possibile definire anche altre unità relitte diffuse nell'ambiente mediterraneo-altimontano: il complesso a *Ilex-Taxus* e la fascia colchica (Raimondo, 1979).

1978 - Evolutionary trends

Negli anni '70 le escursioni in ambiente mediterraneo si fanno via via più frequenti: Sardegna, Sicilia, Puglia, Pollino, Tremiti, Dalmazia, ancora un am-

pio giro attraverso la Penisola Iberica. Il modello sviluppato attraverso lo studio del rapporto tra diploidi e poliploidi viene controllato su molti esempi e generalizzato. All'origine delle serie di vegetazione stanno le comunità di nicchie conservative: gli arbusti spinosi, per i quali è possibile immaginare una stabilità che risale al Messiniano, sono il primo esempio, ma altri se ne hanno nella vegetazione rupestre, gli ambienti di forra, gli stagni effimeri (Braun-Blanquet, 1936a), le ofioliti, la foresta densa, nel Mediterraneo ormai, purtroppo, relittuale, cfr. Braun-Blanquet (1936b), Thirgood (1981), Quézel e Médail (2003). All'estremo opposto stanno le associazioni instabili ed altamente diversificate degli ambienti aperti, pascoli, la gariga. Ne esce la constatazione che il passaggio da forme arbustive a erbe perenni e poi annuali, nella flora mediterranea è un fatto generale, che si accompagna al passaggio da habitat naturali all'ambiente disturbato o francamente sinantropico. Parallelamente aumenta la percentuale di poliploidi. Anche in questi casi sembrano emergere delle regole (come quella dell'aumento dei poliploidi nelle zone artiche, rivelatasi poi illusoria), e ci si può chiedere se sia possibile darne una spiegazione logica.

In effetti, questo appare possibile. Va premesso che esiste uno stock di specie erbacee molto comuni e con distribuzione pan-mediterranea, ad es. *Adonis* sp. pl., *Avena sterilis*, *Bromus hordeaceus*, *B. madritensis*, *B. rigidus*, *Brachypodium distachyum*, *Convolvulus arvensis*, *Galium parisiense*, *Linum bienne*, *Malva* sp. pl., *Medicago lupulina*, *Mercurialis annua*, *Tuberaria guttata*, *Vulpia myuros* (il cosiddetto "fieno mediterraneo"), che oggi è numericamente prevalente; in questo, sono molto frequenti le specie con livello cromosomico poliploide, oppure nelle quali citotipi diploidi e poliploidi si alternano, ed anche a volte si mescolano. In Sicilia, queste sono tra le specie vegetali più diffuse. Si potrebbe pensare che questo sia il nucleo duro della flora mediterranea. Tuttavia, se assumiamo che la percentuale di poliploidi sia un indicatore dei processi di micro-evoluzione (in base alla ricerca su diploidi/poliploidi), arriviamo alla conclusione che la flora erbacea mediterranea, è in realtà un componente secondario, derivante da una flora nella quale dominavano i diploidi.

Ritorniamo al problema degli spazi vuoti. Abbiamo visto come essi possano essere causati da glaciazioni oppure da trasgressioni marine: in questo caso lo "svuotamento" è stato invece causato dall'uomo. Questa teoria è esposta per la prima volta nel simposio tenuto a Nimega in onore di V. Westhoff (Pignatti, 1978). Essa però viene spesso contestata: come è possibile che la vegetazione primaria sia costituita da comunità comprendenti poche decine di specie (anche se quasi tutte sono endemiche a distribuzione relittuale), e la gran massa delle erbacee annue o perenni a ciclo breve (3-4 mila specie a distribuzione pan-mediterranea) siano invece da considerare derivate? Non sarebbe più verosimile il contrario? Ma successivamente altri elementi saranno portati in favore di questa tesi.

1980 - Il modello dell'evoluzione per riduzione

Infatti, nello stesso tempo, stavo completando la redazione della Flora d'Italia, che arriverà alla pubblicazione nel 1982. Essa consiste nella descrizione di 5599 specie (più un gran numero di specie-bis o fuori numerazione, arrivando ad un totale che supera le seimila). Ciascuna specie è stata esaminata attentamente nella sua struttura, ecologia, nei rapporti con le altre congeneri, oppure con specie di altri gruppi tassonomici che presentassero un simile pattern distributivo. Una gran massa d'informazione comparativa è stata raccolta. Immaginiamo ora che uno abbia studiato le vicende di una città di media grandezza (con circa 6000 nuclei familiari, potrebbe essere Agrigento, Biella, Matera, Siena) ed abbia raccolto un'informazione dettagliata su ciascuno di questi 6 mila nuclei, è chiaro che sarebbe certamente in grado di ricavarne modelli di significato generale. Nella stessa posizione mi trovavo io, dopo aver analizzato la biografia di tante piante. È quanto mi divenne chiaro, mentre tiravo le fila del lungo lavoro per la Flora.

Così, al simposio di OPTIMA tenuto a Firenze (Pignatti, 1979) ebbi la possibilità di esporre le esperienze su poliploidia, arbusti spinosi e evolutionary trends riunite in una teoria generale. *Nel Pliocene le rive del Mediterraneo sono coperte da foreste sempreverdi; nel Messiniano entrano elementi xerofili di origine orientale (componente tetisiana) ed alla fine di questo si stabilisce un clima simile all'attuale (fire-prone ecosystem); nel Pleistocene ed Olocene il fuoco diviene un fattore essenziale nell'ecosistema mediterraneo: si forma un ampio spazio aperto, ed in questo si forma una flora secondaria, ricca di specie annuali, molte delle quali poliploidi.*

Questa proposta (Fig. 4, 5, 6) è accolta con scetticismo, soprattutto perchè molti ritengono che, in questo caso, il tempo per la formazione di una flora interamente nuova, specializzata come pirofitica e sinantropica, sia troppo breve. Ma, in realtà, questi non sono tempi brevi: l'uomo (*Homo erectus*) è presente nel Mediterraneo da almeno un milione di anni, *H. sapiens* da oltre 100000 anni, e l'uso del fuoco è documentato da tracce fossili che risalgono a oltre 400000 anni fa. E, soprattutto, non è vero che il sorgere di nuove specie sia un fenomeno uniforme nel tempo: esso è essenzialmente caratterizzato da intense fasi espansive quando si abbia una profonda modificazione ambientale, come per le Angiosperme è avvenuto nel Cretaceo superiore. La diffusione dell'incendio (prima soltanto per cause naturali ed in seguito ad opera dell'uomo) è stata una vera e propria rivoluzione ambientale (Pignatti e Pignatti, 1968), che ha impresso alla speciazione una accelerazione imponente.

Anche il fatto che l'evoluzione possa procedere per riduzione (della grandezza della pianta, della durata della vita) rimane ostica. Il concetto di evoluzione presuppone un miglioramento, anche se sappiamo tutti che non è così e che nem-

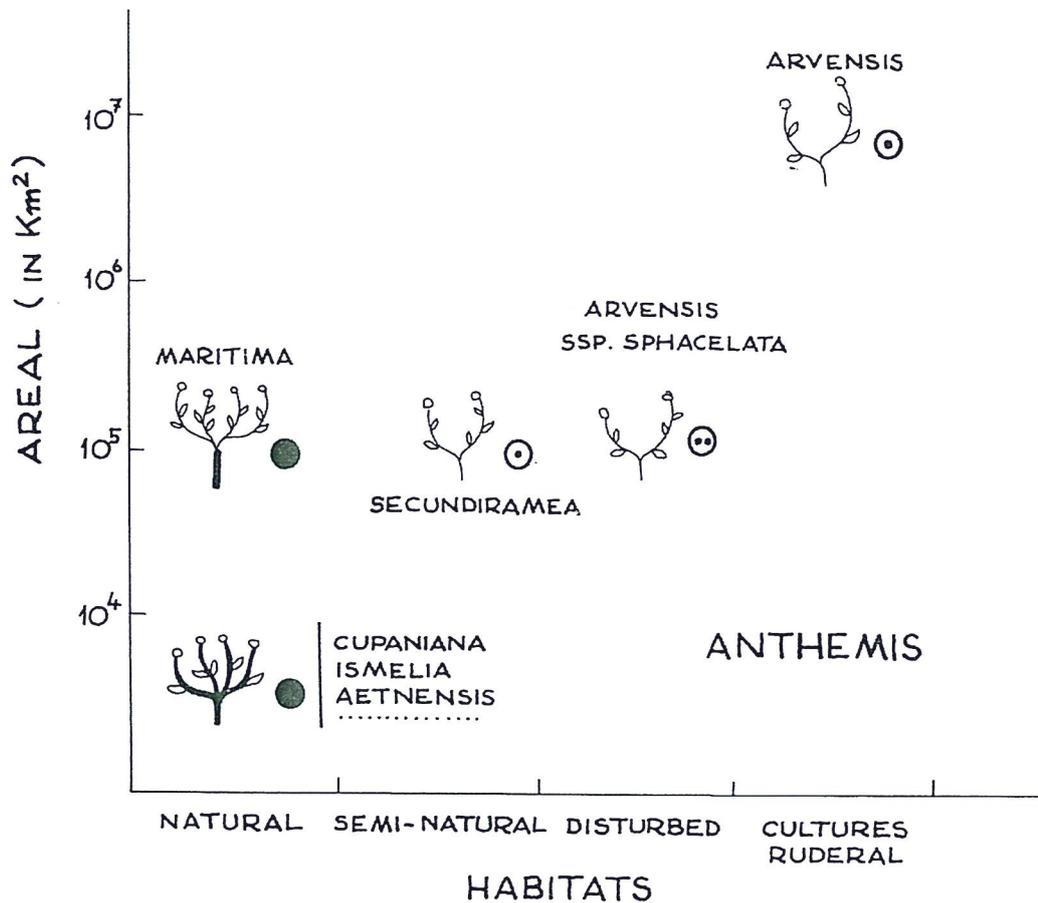


Fig. 4 - Il modello di evoluzione per riduzione sulla base di esempi tratti dal gen. *Anthemis* - disco scuro: specie perenni; disco con 2 punti: specie bienni; disco con 1 punto: specie annuali; fusti in neretto: organi lignificati (da Pignatti, 1979).

meno Darwin lo pensava; però questo concetto rimane implicito, quasi a livello subliminale. Dunque, appare più convincente che un'erba dia origine ad un cespuglio e poi eventualmente un albero, e non viceversa: è un modo inconscio per usare alla rovescia l'affermazione che l'ontogenesi ricapitola la filogenesi. Comunque, non vi sono evidenze paleontologiche convincenti che l'una o l'altra ipotesi sia in qualche modo prevalente: di caso in caso, l'evoluzione seguirà l'una o l'altra via (oppure altre ancora) in dipendenza dei fattori esterni. E nel caso della flora mediterranea, è abbastanza chiaro che l'incendio non poteva favorire le piante legnose, facilmente infiammabili.

In questa problematica, la Sicilia risulta particolarmente coinvolta, in quanto la flora siciliana, da un lato è particolarmente ben provvista di fieno mediterraneo, dall'altro però anche di tipi ancestrali con carattere relitto, come gli astragali spinosi sopra ricordati, ed ancora *Centaurea tauromenitana*, *Cichorium spinosum*, *Convolvulus cneorum*, *Cytisus aeolicus*, *Launaea resedifolia*, *Hieracium lucidum*, *Retama gussonei*. Ciascuno di questi potrebbe raccontare una propria particolare storia.

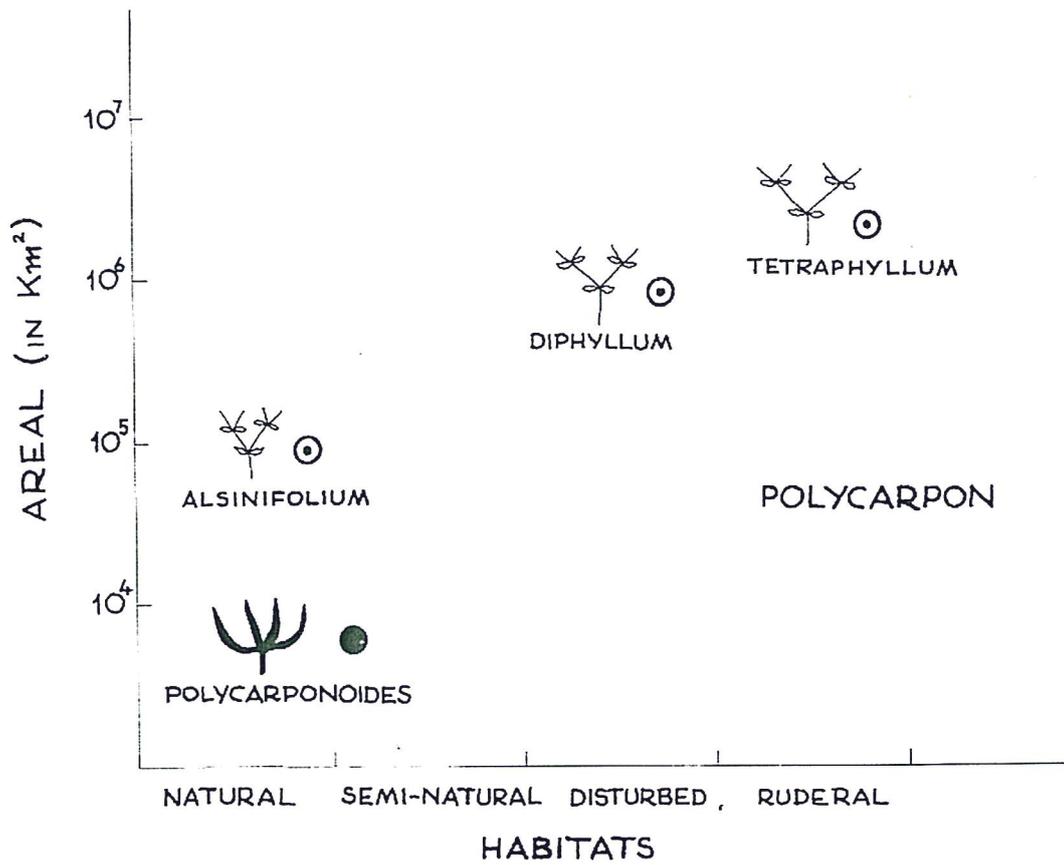


Fig. 5 - Il modello di evoluzione per riduzione sulla base di esempi tratti dal gen. *Polycarpon*: simboli come in Fig. 4 (da Pignatti, 1979).

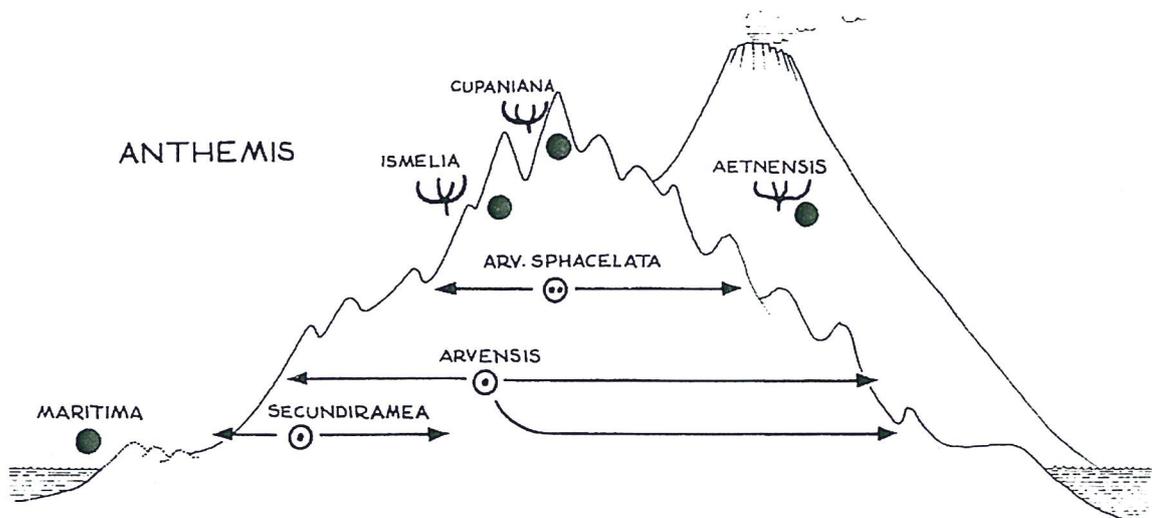


Fig. 6 - Il passaggio da forme arbustive a erbe perenni e poi annuali si accompagna al passaggio da habitat naturali all'ambiente sinantropico: gen. *Anthemis* (cfr. Fig. 4) - specie perenni fruticose negli ambienti di vetta e rupestri; specie erbacee perenni in ambiente costiero; bienni e annuali si espandono nelle aree che in precedenza erano occupate dalla foresta sempreverde (da Pignatti, 1979).

La prima escursione nelle Canarie risale al 1983, e da allora ne sono seguite altre, sempre in stretto contatto con i migliori conoscitori della flora locale. L'interesse dell'arcipelago sta nella complementarità tra la flora macaronesiana e quella mediterranea, che si rende evidente attraverso le numerose coppie di specie legnose vicarianti (es. *Arbutus*, *Ilex*, *Laurus*, *Rhamnus*, *Smilax*, etc.); esse sono sempreverdi e sclerofille, come i tipici arbusti mediterranei, però il clima nel grande complesso insulare (Azzorre, Madera, Canarie, Is. del Capo Verde) non è di tipo mediterraneo, ma piuttosto oceanico (De Lillis e Valletta, 1985; De Lillis, 1991). In generale, la flora macaronesiana è considerata una modificazione occidentale di quella mediterranea, e questo anche in base alla sproporzione tra il numero delle specie (circa 2.500 nelle Canarie ed almeno il decuplo nel Mediterraneo). Però ci sono anche dei fatti che non sembrano spiegabili con un'origine mediterranea, come i collegamenti con la flora subtropicale americana (*Arbutus*, *Apollonias*, *Ardisia*, *Descurainia*, *Justicia*, *Ocotea*, *Persea*), con quella sudafricana (*Argyranthemum*) e addirittura di Socotra (*Dracaena*). Allora si pone un problema: dal Mediterraneo alle Canarie o viceversa?

Uno studio comparativo tra generi che siano rappresentati in entrambe le zone rivela una situazione molto significativa: nelle Canarie prevalgono specie con il portamento di arbusti ed arbusti nani, nel Mediterraneo invece le erbe (Fig. 7); le piante legnose (fanerofite) costituiscono il 9,7% della flora siciliana, ma in quella canaria salgono al 24,8% ed addirittura al 55,4% se si considerano le sole specie indigene (Pignatti e Pignatti, 1989). Volendo estendere a questi fatti la teoria dell'evoluzione per riduzione nella flora mediterranea, se ne dovrebbe trarre la conseguenza che la migrazione delle flore è avvenuta dalla Macaronesia verso il Mediterraneo, e non nel senso opposto.

Un esempio merita una discussione più dettagliata: sono le *Rosaceae* - *Sanguisorbinae*, un gruppo relativamente primitivo nell'ambito della grande famiglia delle rosacee, a sua volta, secondo le più recenti evidenze molecolari, un punto di snodo nell'evoluzione delle Angiosperme. Queste sono rappresentate da specie arboree nella flora sudafricana (*Cliffortia*) ed andina (*Polylepis*), da arbusti in Sudamerica (*Tetraglochin*, *Acaena*); nelle Canarie si hanno *Bencomia* e *Marcetella*, con portamento arbustivo oppure di alberello; tutte queste sono piante che vivono in ambiente naturale. Nel bacino mediterraneo il gruppo è rappresentato da 2 generi; *Sarcopoterium*, basso arbusto spinoso che caratterizza la phrygana (vegetazione di ambienti percorsi dal fuoco), e *Sanguisorba*, erbe perenni o anche con passaggio all'annualità, di ambienti disturbati o francamente sinantropici. Sembra che questi generi di *Sanguisorbinae* possano marcare una "traccia" (path) che dal super-continente gondwaniano passa in Patagonia, sulle Ande, e da qui (in un periodo nel quale l'oceano Atlantico si

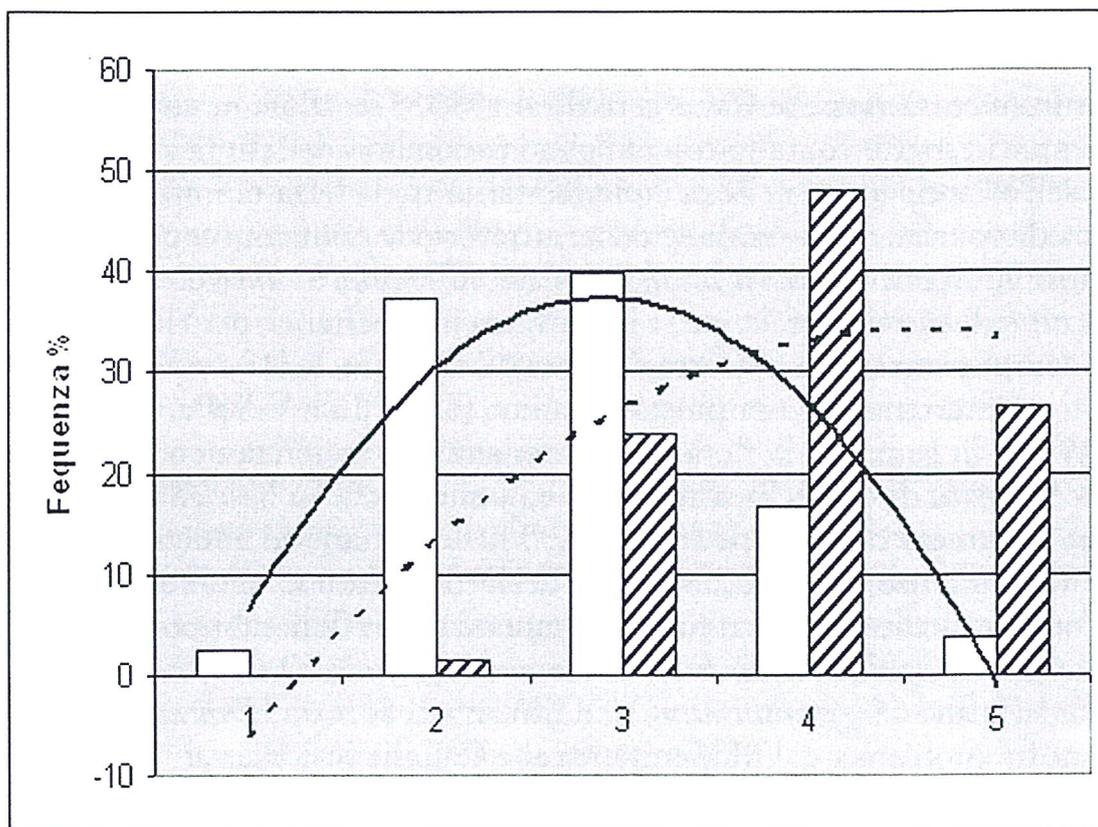


Fig. 7 - Paragone tra 11 generi della flora canaria (bianco e linea continua) e italiana (tratteggio diagonale e linea interrotta): è indicata la frequenza di specie per le varie forme di crescita, da sinistra a destra: alberi, arbusti, arbusti nani, erbe perenni, erbe annuali.

stava formando) alle Canarie, con progressiva riduzione della taglia, e poi entra nel Mediterraneo attraverso la soglia gibraltarica, con ulteriori riduzioni ad arbusto ed erba, collegata all'azione del fuoco, calpestio, accumulo di nitrati. A questo si oppone però il fatto che l'evidenza geologica sembra escludere la possibilità che le Canarie abbiano potuto fungere da stazione intermedia, in quanto esse sono di origine relativamente recente (forse 20 Myr), cioè si sono formate quando l'America meridionale si era ormai allontanata dall'Africa. Dobbiamo immaginare un'Atlantide? Sta di fatto che la concatenazione sopra riassunta è troppo significativa per poter essere soltanto dovuta al caso. Del resto, il contingente atlantico nella flora mediterranea è cospicuo e sembra difficile immaginare una traccia alternativa via Nordamerica - Groenlandia - Europa media.

Ne deriva la convinzione che il ruolo delle Canarie, nel popolamento del Mediterraneo, è più importante di quanto la superficie dell'arcipelago, confrontata con quella del bacino mediterraneo, farebbe supporre (1,5/1000), e la flora canaria si distingue per un deciso carattere ancestrale. Questi rapporti si rivelano anche nella distribuzione siculo-macaronesiana di *Phagnalon metlesicsii* e

nella presenza di una vegetazione con carattere di laurisilva (*Lauro-Carpinetum*) sul versante tirrenico della Penisola.

1999 - Coevoluzione piante/umani

I punti precedenti portano ad una certa revisione nel concetto che mi ero inizialmente fatto, riguardo alla flora mediterranea. Attraverso l'elaborazione dei rapporti tra diploidi e poliploidi ero arrivato alla concezione che la flora continentale fosse in parte derivata dalla "riserva genetica" mediterranea. Tuttavia anche la flora mediterranea veniva progressivamente ad assumere un carattere derivato, rispetto ai veri ceppi originari, situati ai due estremi del bacino, e che si possono identificare sommariamente nelle due componenti: 1. Atlantica (occidentale e oceanica) - 2. Tetisiana (orientale e continentale).

Dopo il Messiniano, con lo stabilirsi del clima attuale, anche l'ambiente mediterraneo (come era già avvenuto in Australia, Sudafrica, Cile e California) assume il carattere di "fire prone ecosystem", ed una importante componente della flora ne riceve un deciso imprinting, sia con adattamenti diretti (presenza di sostanze infiammabili, germinazione dei semi dipendente dall'azione del fuoco - oppure delle ceneri, del fumo), sia con adattamenti indiretti (piante a ciclo annuale). Si forma la flora pirofitica.

A questo punto, si presenta una questione che riguarda un campo completamente differente: come è possibile che, tra i cinque mediterranean type ecosystems (che come ripetutamente accennato presentano simili condizioni ecologiche), soltanto il Mediterraneo abbia potuto diventare la culla della grande cultura autoctona, dalla quale deriva la civiltà occidentale? Di primo acchito si potrebbe pensare che questo sia dovuto alla maggiore superficie geografica del bacino mediterraneo rispetto agli altri ecosistemi di questo tipo, ma la spiegazione non regge. Come punto d'inizio del processo di civilizzazione si può assumere il passaggio dalla vita come cacciatori-raccoglitori alla domesticazione di piante ed animali e conseguente sedentarizzazione (o passaggio all'allevamento nomade). Ciò premesso, ne risulta che l'origine della civilizzazione (9°-6° millennio BP) rimane localizzata nella Mezzaluna Fertile ed in alcune aree contigue. L'espansione in tutta l'area mediterranea avviene soltanto successivamente, ad opera di popoli navigatori, e non prima del 4° millennio, quando il decollo era già avvenuto. Dunque, la civiltà mediterranea si è sviluppata su superfici poco differenti da quelle degli ecosistemi di tipo mediterraneo dell'Australia Occidentale oppure del Sudafrica, dove nulla di simile è successo.

E qui si apre un nuovo interessante problema biogeografico. Profondamente significativo è il fatto che molte specie adattate all'ecologia del fuoco nel bacino del Mediterraneo hanno semi commestibili, a differenza di gruppi similari nelle flore di altri continenti:

graminacee: in Australia, nella flora di tipo mediterraneo le graminacee sono quasi assenti; in Sudafrica molti generi, ma con cariossidi minute; nel Mediterraneo molti generi e con grosse cariossidi;

leguminose: in Australia solo specie arbustive, con semi altamente tossici; nel Mediterraneo molti generi di erbe con semi commestibili, ricchi di proteine;

crucifere: in Australia quasi assenti; nel Mediterraneo molti generi hanno specie con parti verdi commestibili come verdure oppure organi sotterranei eduli.

Il fatto che molte piante viventi nel bacino del Mediterraneo siano commestibili è del tutto casuale: sarebbe potuto avvenire il contrario, ed allora forse anche gli aborigeni australiani oppure i khoi khoi sudafricani avrebbero avuto la possibilità di sviluppare civiltà autoctone. Però la realtà è che la maggioranza delle piante oggi usate per l'alimentazione umana sono derivate dalla flora della Mezzaluna Fertile (Diamond, 1997); anche per gli animali d'allevamento la situazione è simile.

Tutte queste piante sono caratteristiche di luoghi aperti, spesso percorsi dal fuoco. Le comunità pirofitiche del bacino mediterraneo sono composte da piante erbacee (leguminose, cereali selvatici, semi oleaginosi, bulbi e tuberi, verdure), che permettono una dieta variata; molti semi possono essere conservati per mesi, durante la stagione avversa. L'ambiente forestale invece offre poche piante commestibili (una differenza essenziale rispetto alla zona tropicale!) e che fruttificano durante un breve periodo (es. corbezzolo). La popolazione umana con cultura paleolitica si diffonde vivendo di caccia e raccolta (rispettivamente 15 H % e 85 H % della dieta, sec. Cresta, 1987), dunque essa è largamente dipendente dall'alimentazione vegetale. Alcuni esempi:

<i>Avena, Aegilops, Hordeum</i>	carboidrati
<i>Secale</i>	carboidrati
<i>Vicia, Lathyrus, Cicer</i>	sost. proteiche
<i>Lupinus</i>	sost. proteiche
<i>Linum</i>	semi oleosi
<i>Brassica</i>	semi oleosi
<i>Valerianella, Crepis, Lactuca</i>	verdure
<i>Cichorium, Scorzonera</i>	verdure

Si può pertanto proporre un nuovo modello (Fig. 8) di *coevoluzione uomo-vegetazione* (Pignatti, 1983): l'aumento della popolazione porta ad una maggiore frequenza degli incendi (accidentali oppure come pratica di caccia), e questi a loro volta all'aumento delle specie erbacee commestibili, che a sua volta permette un ulteriore aumento della popolazione. Si stabilisce in questo modo un feedback positivo che incrementa contemporaneamente sia la popolazione umana che la biodiversità. Il sistema diviene auto-catalitico: ne segue la

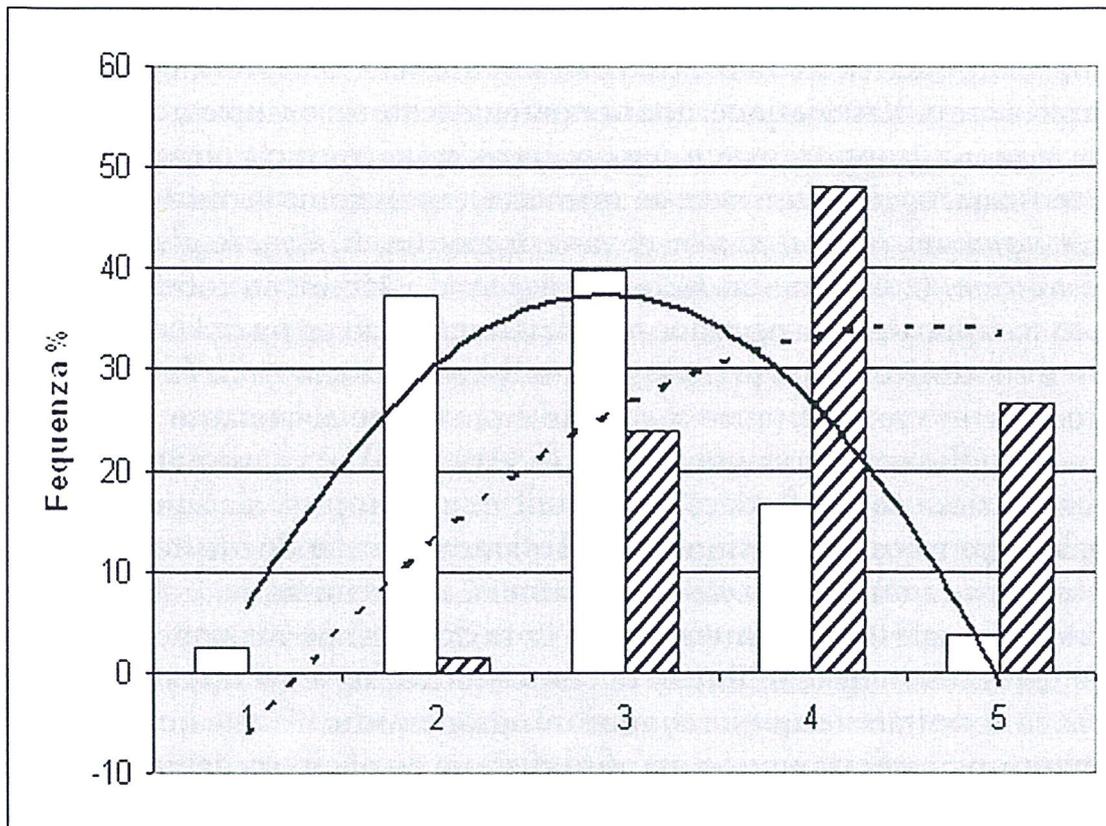


Fig. 8 - Coevoluzione piante/umani.

specializzazione di cloni più produttivi e progressivamente la coltivazione di questi ed il passaggio al neolitico.

La rivoluzione neolitica si espande quindi, con la coltivazione dei cereali, durante il periodo dal 9°-5° millennio BP, dall'Asia Occidentale nella Mezzaluna fertile, al Mediterraneo ed Europa Centrale, seguita dalle specie commensali delle colture (archofite). L'evoluzione per riduzione è dunque la lontana premessa di questa singolare co-evoluzione, a sua volta premessa per l'insediamento della cultura occidentale. Un fenomeno unico tra gli ecosistemi di tipo mediterraneo. Altre grandi civiltà autoctone, come quelle di India e Cina (quasi coeve della civiltà mediterranea) oppure quelle successive degli imperi Inca, Maya e Azteco hanno avuto origine del tutto differente, benché sia probabile che, anche in questi casi, la disponibilità di alimenti vegetali abbia svolto un ruolo essenziale.

Nel bacino mediterraneo, a partire dal 5° millennio BP cominciano a formarsi centri abitati con carattere urbano, in Egitto, Mesopotamia, sulle coste del Levante, in Anatolia. Circa 4000 anni fa iniziava la fioritura della civiltà cretese; la prima città in Grecia (la prima dell'Europa continentale, per quanto ne sappiamo) è Micene che si sviluppa circa 3500 anni fa, ed un paio di secoli più tardi anche per la Sicilia è documentato un agglomerato urbano a Pantalica. Attorno agli

abitati si accumulano rifiuti, resti organici, concime; si formano così substrati di nuovo tipo, eutrofici, ricchi in potassio e sostanze azotate, a reazione basica. Qui si ha un'ulteriore differenziazione: una flora strettamente sinantropica, che in parte trae le radici da gruppi di piante degli ambienti salati come chenopodiacee (di origine tetisiana, oggi incluse nelle amarantacee), usate come verdure (*Atriplex*, *Beta*, *Chenopodium*, *Salsola*) ed altre di varia origine (es. *Cynara*, *Raphanus*, *Sonchus*, *Taraxacum*, *Urtica*), ma anche queste legate ad ambienti eutrofici.

Con lo sviluppo della navigazione nel Mediterraneo ad opera di Fenici e Greci, e con il successivo lungo periodo di stabilità mantenuto dalla *Pax romana*, nell'intero bacino mediterraneo si stabilisce un assetto abbastanza uniforme nell'uso del suolo, nella struttura agricola (Sereni, 1961) e verosimilmente anche nelle relazioni con la flora commestibile e sinantropica. L'aumento della popolazione provoca l'espansione dell'allevamento, nelle due forme: allevamento ovino, a carattere nomade o itinerante in aree semi-aride, e allevamento bovino, stanziale e quasi-intensivo. La flora dei prati permanenti, ottenuti dopo l'abbattimento delle foreste di querce caducifoglie, si sviluppa probabilmente in concomitanza a queste condizioni agronomiche. Anche questa è flora sinantropica, ma di un tipo un po' differente da quella sopra delineata, perchè qui si tratta di piante che non sono direttamente legate all'habitat umano in quanto tale, ma soltanto perchè esse sono adattate ad un ambiente che esiste soltanto dove è stato creato dall'uomo. Specie largamente diffuse e di alto valore pabulare, come *Arrhenatherum elatius*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, non hanno un proprio habitat nella vegetazione naturale e si può immaginare che si siano formate da tipi ancestrali selvatici, forse ambientati nelle schiarite dei boschi montani mediterranei. Proprio per la Sicilia sono note stirpi endemiche che potrebbero esser prese in considerazione per l'origine di alcune foraggere; però su questo argomento mancano ancora dati sicuri (cfr. Pignatti, 1982 I: 735-6; III: 552).

Questa condizione di relativa stabilità si mantiene anche nel Medio Evo, sia pure con variazioni di entità limitata: l'inserimento di alcune coltivazioni provenienti dal Medio Oriente ad opera degli Arabi (agrumi, riso), l'introduzione di piante officinali oppure l'espansione delle colture mediterranee nell'Europa media (vite) durante un ciclo termico favorevole alla fine del Medio Evo.

2008 - Le tendenze attuali

Le scoperte geografiche ed il successivo sviluppo dei traffici intercontinentali aprono un ultimo capitolo, con caratteristiche interamente nuove, nell'interazione tra uomo e mondo vegetale del Mediterraneo. Le relazioni tra Mediterraneo ed Oltremare, da questo punto di vista, sono caratterizzate da due fatti:

1. esistono specie esotiche adattate a condizioni di clima e suolo simili a quel-

le del Mediterraneo, che se introdotte nel nostro ambiente, diventano invasive per l'assenza dei loro tradizionali competitori;

2. esistono specie mediterranee adattate all'ambiente sinantropico, che se introdotte in altri continenti diventano invasive per l'assenza di una flora sinantropica indigena; va ricordato che, all'arrivo dei coloni bianchi, gli altri paesi a clima di tipo mediterraneo non avevano popolazione autoctona, vivente in agglomerati urbani.

Con queste premesse, dal sec. XVI inizia l'espansione delle piante mediterranee in tutto il mondo: per l'Australia è una vera e propria invasione, invece con le Americhe ci sono scambi reciproci. Si tratta di un fenomeno imponente. Tra le specie invasive sul nostro territorio si possono ricordare *Robinia pseudacacia* (originaria dell'America Sett.) e *Ailanthus altissima* (originaria della Cina), specie arborescenti avvantaggiate dalla capacità di espandersi mediante stoloni (nessun albero indigeno da noi è capace di fare altrettanto). Va ricordato il caso dei platani: *Platanus orientalis* è presente nella flora del Mediterraneo orientale ed anche in Sicilia (ad es. nella Forra del Cassibile), ma relativamente raro o limitato agli habitat ripariali; esso si ibrida con *P. americana*, introdotto dal Nordamerica, il prodotto dell'incrocio invade le parti più calde dell'Europa temperata ed oggi è il comune platano ibrido diffusissimo in tutto il nostro paese come pianta spontanea o coltivata.

Nella zona a clima mediterraneo dell'Australia occidentale il fenomeno ha conseguenze particolarmente evidenti, in quanto, nella flora indigena, le specie annuali sono assenti o quasi: esiste dunque una nicchia "vuota" che le specie mediterranee oppure sudafricane hanno completamente saturato. Un'intera zona biogeografica (lo "Wheat Belt" con piovosità di 350-500 mm ca.) è caratterizzata da due specie aliene: *Arctotheca calendula* (sudafricana) e *Trifolium subterraneum* (mediterraneo). Anche la vegetazione colturale è costituita da altre specie mediterranee come frumento e colza; le specie indigene si mantengono soltanto su poche emergenze rocciose. Molte specie che nel Mediterraneo sono relativamente rare (come *Hypochoeris glabra*, *Euphorbia terracina* o lo stesso *Trifolium subterraneum*) crescono in immense popolazioni che al momento della fioritura caratterizzano il paesaggio. Tuttavia, la struttura delle popolazioni è spesso differente da quella rilevabile nella patria d'origine: tutti conoscono l'elevata variabilità fenetica di *Sonchus oleraceus* nel Mediterraneo, in Australia si tratta di specie frequente, ma non si notano differenze tra popolazioni separate anche da centinaia di km (effetto del fondatore?). Recentemente, *Arctotheca calendula* è stata segnalata anche per la Sicilia, con una popolazione nelle Lipari (un'analoga segnalazione in Sardegna). È pianta diffusa e altamente invasiva in Australia, e forse si tratta di un pericolo potenziale anche per l'ambiente mediterraneo: un pericolo che andrebbe affrontato adesso, quando la presenza di questa specie è ancora limitata.

L'introduzione di ospiti indesiderati non si limita al mondo delle piante superiori: basti accennare alle ormai storiche malattie crittogamiche della patata, della vite, del cipresso oppure alla recente espansione di alghe del Pacifico in ambienti lagunari del Mediterraneo.

L'interscambio floristico tra i diversi continenti è un fenomeno gigantesco, che negli ultimi decenni ha avuto una progressiva accelerazione, favorita dall'intensificarsi degli scambi di merci e popolazioni e dall'espansione delle aree prive di vegetazione naturale. Le aliene ai primi degli anni '80 erano oltre il 5% della flora siciliana, ed il loro numero continua crescere d'anno in anno.

Impatto umano, eutrofizzazione e banalizzazione degli ecosistemi favoriscono la diffusione delle specie aliene. Un generale processo di trasformazione è in atto in tutto il bacino mediterraneo e ne sta sempre più alterando l'ambiente. Abbiamo visto come il popolamento di questo bioma si sia sviluppato dapprima durante ere geologiche, solamente come adattamento dei viventi alle trasformazioni delle terre emerse e del clima, alle quali l'uomo, se era presente, poteva soltanto adattarsi, come gli altri animali e le piante. In una seconda fase si è avviata una forma di coevoluzione tra uomo, piante ed animali. Ora sta iniziando una terza fase, nella quale l'uomo ha occupato (usurato?) la posizione della variabile indipendente ed è ormai in grado di regolare la copertura vegetale del suolo, la composizione della flora e fauna, la struttura genetica di specie e popolazioni, le fasi della successione ecologica ed il clima, quest'ultimo non per volontà propria, ma per una sorta d'errore di rotta. La natura del Mediterraneo è esposta ad un gravissimo rischio. Lo sforzo per la conservazione della natura non è stato finora in grado di impedire il degrado di moltissimi biotopi, ogni volta che un interesse politico o economico ne richiedeva la manomissione: le aree costiere e le alte montagne, nelle quali, come si è visto, si concentra la biodiversità, sono gli ambienti maggiormente a rischio. Una tendenza generale, alla quale anche la Sicilia è esposta, soprattutto negli ambienti costieri, nonostante lo sforzo degli ultimi anni per avviare un sistema efficiente di conservazione della natura.

CONCLUSIONI

È stato delineato come, attraverso complesse vicende, nel Mediterraneo e sulle terre che lo circondano, abbia potuto svilupparsi un bioma con singolari caratteristiche che hanno favorito lo sviluppo della cultura occidentale. La documentazione vivente di questi avvenimenti è custodita nella flora e nella fauna e ad esse l'umanità deve avvicinarsi con rispetto e reverenza. Oggi però questo bene è gravemente minacciato dall'uso indiscriminato del territorio, depauperamento delle risorse, inquinamento, specie invasive, cambio climatico.

L'attuale popolamento biologico della Sicilia conserva, di questi eventi bio-

geografici, una essenziale testimonianza. In essa, elementi ambientali, biologici e culturali si fondono ed armonizzano (Braudel, 1949, 1995; Sereni, 1961). Ne arriva un'eco lontano già dalla descrizione del luogo nel quale vive la ninfa Calipso nell'isola di Ogigia (Odissea V: 63-74):

*Un bosco intorno alla grotta cresceva, lussureggiante:
ontano, pioppo e cipresso odoroso.
Qui uccelli dall'ampie ali facevano il nido,
ghiandaie, sparvieri, cornacchie che gracchiano a lunga distesa,
le cornacchie marine, cui piace la vita del mare.
Si distendeva intorno alla grotta profonda
una vite domestica, florida, feconda di grappoli.
Quattro polle sgorgavano in fila, di limpida acqua,
una vicina all'altra, ma in parti opposte volgendosi.
Intorno molli prati di viola e sedano
erano in fiore; a venir qui anche un nume immortale
doveva incantarsi guardando e godere nel cuore.*
(versione di Rosa Calzecchi Onesti)

Ogigia è un'isola immaginaria, che oggi si tende ad identificare con Gozo, nelle Isole Maltesi, comunque, dal racconto è chiaro che si trova nelle vicinanze della Sicilia. La descrizione omerica ci presenta, con un realismo sorprendente, l'esempio di un piccolo ecosistema costiero. Se in ciascuna delle isole principali e delle regioni che si affacciano al Mediterraneo, dall'Andalusia a Cipro ed al Libano, vi fosse almeno un biotopo conservato con le regole di vero e proprio santuario, si potrebbe avere fiducia nella possibilità di sopravvivenza del mondo mediterraneo. La Sicilia potrebbe dare il primo esempio.

Tutto questo va sottolineato, non con spirito trionfalistico (Pignatti, 2007), per sottolineare un primato siciliano, ma piuttosto per richiamare tutti (soprattutto la comunità scientifica e gli amministratori) alla responsabilità nei riguardi di questa eredità a noi affidata (Wilson, 1992): un bene che va conservato, studiato per meglio conoscerlo, e trasmesso intatto alle prossime generazioni.

BIBLIOGRAFIA

- ARRIGONI P.V., CAMARDA I., CORRIAS B., DIANA CORRIAS S., NARDI E., RAFFAELLI M., VALSECCHI F. 1977-1991 - Le piante endemiche della Sardegna, 202 schede. Boll. Soc. Sarda Sc. Nat.: 16-28.
BRAUDEL F. 1949 - La Méditerranée et le monde méditerranéen à l'époque de Philippe II. Ed. Armand Colin, Paris. 3 voll.
BRAUDEL F. 1995 - La Méditerranée. L'espace et l'histoire. 2ème ed. Flammarion, Paris, 223 pp.
BRAUN-BLANQUET J. 1923 - L'origine et le développement des flores dans le Massif Central. Schlüsselgasse Ed., Zürich.
BRAUN-BLANQUET J. 1936a - Un joyau floristique et phytosociologique: l'Isoetion méditerranéen. Bull. Soc. Sc. Nat. Nîmes: 1930-35, 47.
BRAUN-BLANQUET J. 1936b - La Chênaie d'Yeuse méditerranéenne. Bull. Soc. Sc. Nat. Nîmes: 1936, 5.

- BRAUN-BLANQUET J. 1952 - Les groupements végétaux de la France Méditerranéenne. Stamperia Macabet frères, Vaison-la-Romaine.
- CONTANDRIOPOULOS J. 1962 - Recherches sur la flore endémique de la Corse et sur ses origines. Ann. Fac. Sci. Marseille, 32: 1-354.
- CRESTA M. 1987 - Ecologia umana. CESI, Roma.
- DE LILLIS M. 1991 - An ecomorphological study of evergreen leaf. Braun-Blanquetia, 7: 1-145.
- DE LILLIS M., VALLETTA A. 1985 - Leaf anatomy of evergreen woody plants from Canary islands and Mediterranean basin. A comparison. Ann. di Bot. (Roma), 42: 209-225.
- DIAMOND J. 1997 - Guns, germs and steel. Vintage, London, 480 pp.
- FAVARGER C. 1972 - Endemism in the montane floras of Europe. In: D.H. Valentine (ed.), Taxonomy, Phytogeography and Evolution. Academ. Press, London: 191-204.
- FELDMANN J. 1937 - Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée. Thèse, Paris.
- GALÁN DE MERA A. ET AL. 2003 - Relaciones fitogeográficas entre el suroccidente del la Peninsula Iberica y el noroeste de Africa. Lagasalia, 23: 27-52.
- GALLAND N. 1988 - Recherche sur l'origine de la flore orophile du Maroc; étude caryologique et cytogéographique. Institut Scientifique, Rabat, Maroc, 168 pp.
- HSÜ K.J., MONTADERT L., BERNOULLI D., CITA M.B., ERICKSON A., GARRISON R.E., KIDD R.B., MÈLIERÈS C., MÜLLER C., WRIGHT R. 1977 - History of the Mediterranean salinity-crisis. Nature, 267: 399-403.
- KUHNHOLTZ-LORDAT G. 1923 - Les dunes du Golfe du Lion. Thèse, Paris.
- KÜPFER P. 1974 - Recherches sur les liens de parenté entre la flore orophile des Alpes et celle des Pyrénées. Boissera, 23: 1-322.
- LAUSI D., PIGNATTI S. 1974 - Sur la productivité primaire dans l'écosystème benthique du Golfe de Trieste (Mer Adriatique). Bull. Soc. Phycol. France, 19: 222-228.
- PIGNATTI E., PIGNATTI S. 1968 - Die Auswirkungen von Kahlschlag und Brand auf das Quercetum ilicis von Süd-Toskana, Italien. Folia Geobot. Phytotax, 3: 17-46.
- PIGNATTI E., PIGNATTI S. 1989 - Life forms distribution and phytogeographical affinities of the Canarian flora. Flora, 183: 87-95.
- PIGNATTI E., PIGNATTI S., NIMIS P., AVANZINI A. 1980 - La vegetazione ad arbusti spinosi emisferici. Pubbl. AQ/1/79. CNR, Roma, 130 pp.
- PIGNATTI S. 1960 - Il significato delle specie poliploidi nelle associazioni vegetali. Atti Ist. Ven. Sc. Lett. Arti, 118: 75-98.
- PIGNATTI S. 1961 - Il ruolo delle specie poliploidi nella vegetazione europea. Arch. Bot. Biogeogr. Ital., 37: 1-3.
- PIGNATTI S. 1962 - Associazioni di alghe marine sulle coste veneziane. Mem. Ist. Ven. Sc. Lett. Arti, 32, 3: 1-134.
- PIGNATTI S. 1966 - Polyploidie-Verhältnisse der anthropogenen Pflanzengesellschaften und Vegetationsserien. In: Tüxen R. (ed.), "Anthropogene Vegetation" Symp. Internat. Ver. Vegetationskunde. Rinteln: 108-120.
- PIGNATTI S. 1971 - Studi sui Limonium VIII. Fl. Europ., 64, 4: 361-370.
- PIGNATTI S. 1978 - Evolutionary trends in mediterranean flora and vegetation. Vegetatio, 37: 175-185.
- PIGNATTI S. 1979 - Plant geographical and morphological evidences in the evolution of the Mediterranean flora (with particular reference to the Italian representatives). Webbia, 34: 243- 255.
- PIGNATTI S. 1983 - Human impact in the vegetation of the Mediterranean Basin. In: Holzner W., Werger M.J.A., Ikusima I. (eds.), "Man's impact on vegetation" Dr. W. Junk Publ., The Hague: 151-161.
- PIGNATTI S. 2007 - Ambiente mediterraneo e sostenibilità globale. Univ. di Palermo, 22 pp.
- QUÉZEL P., MÉDAIL F. 2003 - Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Elsevier, Paris, 570 pp.
- QUÉZEL P. 1999 - Les grandes structures de végétation en région méditerranéenne: facteurs déterminants dans leur mise en place post-glaciaire. Geobios, 32: 19-32.
- RAIMONDO F.M. 1979 - *Rhamnus lojaconoi*, nuova specie endemica della Sicilia. Giorn. Bot. Ital., 113: 369-377.
- RIKLI M. 1943 - Das Pflanzenkleid der Mittelmeerländer. H. Huber Verl., Bern, 1418 pp.
- RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ F., PEREZ-BARRALES R., OJEDA F., VARGAS P., ARROYO J. 2008 - The Strait of Gibraltar as a melting pot for plant biodiversity. Quatern. Sc. Reviews, 27: 2100-2117.
- SERENI E. 1961 - Storia del paesaggio agrario italiano. Laterza, Bari, 500 pp.
- SUC J.P. 1984 - Origin and evolution of the Mediterranean vegetation and climate in Europe. Nature, 307: 429-432.
- THIRGOOD J.V. 1981 - Man and the Mediterranean forest: a history of resource depletion. Acad. Press, London.
- WILSON E. 1992 - The diversity of life. Harvard University Press, 406 pp.