

Scienza della vegetazione. Lo studio dell'ambiente attraverso le piante

CARLO FERRARI

(da *Nuova Civiltà delle Macchine*, IX, 1: 19-25, 1991, con modifiche dell'autore)

Preludio

L'argomento di cui mi occuperò riguarda una parte importante di ciò che ci sta intorno, di quella realtà che, con una sola parola, siamo abituati a chiamare «ambiente».

Questa parte è la copertura vegetale o vegetazione. Introdurrò l'argomento con una definizione, senz'altro utile per meglio delimitare il discorso.

La vegetazione è un sistema formato dall'aggregazione di popolazioni di piante spontanee, che vivono in coerenza con il substrato e che formano con questo e tutti gli altri viventi dello stesso luogo, un ecosistema [Westhoff e Maarel, 1980]. Questa definizione esclude la vegetazione fossile e quelle disposizioni di piante dovute all'opera umana, come i filari delle viti e gli arboreti. Nonostante ciò, rientrano nel concetto di vegetazione quelle piante che vivono spontaneamente nelle colture agrarie e forestali e «di cui il contadino d'ogni Paese ha fatto una gran classe a modo suo, denominandole "erbacce"» [Manzoni, 1840].

Nello studio degli ecosistemi terrestri lo studio della vegetazione è una fase centrale dell'analisi ambientale.

«Le piante sono i produttori primari. Esse dominano il flusso dell'energia e il ciclo dell'acqua e dei minerali negli ecosistemi. La struttura della vegetazione formata dalle piante determina gran parte dei caratteri dell'ambiente dove vivono e si riproducono gli altri organismi, uomo compreso. Se sappiamo perché le piante vivono dove le troviamo, noi possiamo comprendere perché gli altri organismi vivono dove sono» [Walter, 1973].

La crescente consapevolezza di questo, e lo sviluppo assunto nella seconda metà del nostro secolo dalla scienza della vegetazione, fa sì che i giudizi di qualità dei sistemi ambientali territoriali siano fondati su analisi della vegetazione. I gradi di naturalità dell'ambiente sono in realtà valutabili come gradi di naturalità della vegetazione.

Circa la naturalità dell'ambiente, le principali definizioni sono infatti le seguenti [Westhoff, 1983, Ferrari et al., 2008]:

a) *Naturale*: un territorio o un ecosistema la cui vegetazione non è modificata dall'uomo.

b) *Subnaturale*: un territorio o un ecosistema dove la vegetazione è in qualche misura influenzata dall'uomo ma che presenta ancora lo stesso tipo di struttura della situazione naturale dalla quale deriva (per esempio: un bosco, una prateria, una brughiera, dove queste formazioni sarebbero naturalmente). L'azione dell'uomo influenza generalmente i rapporti quantitativi tra le specie.

c) *Seminaturale*: un territorio o un ecosistema dove la vegetazione è prevalentemente spontanea ma dove la sua struttura è stata modificata in modo tale che la vegetazione attuale appartiene ad una diversa formazione (ad esempio: una prateria, una brughiera, un cespuglieto al posto di un bosco).

d) *Culturale* o *antropogeno*: un territorio o un ecosistema dove la vegetazione è determinata prevalentemente dall'uomo, in modo tale che le specie dominanti sono quelle introdotte dall'uomo (ad esempio: colture agrarie, arboreti di specie esotiche). Questo tipo di naturalità è opportuno distinguerlo in:

d1: *Agricolo* territorio o ecosistema in cui le specie dominanti sono piantate e coltivate per scopi economici (colture agrarie, comprese le colture arboree e le riforestazioni recenti).

d2: *Urbanizzato*. Aree dove la vegetazione è quasi assente o dove le specie dominanti sono coltivate per scopi ornamentali (parchi e giardini).

Come si vede, queste definizioni pongono al centro del giudizio complessivo lo stato della vegetazione.

Possiamo quindi parlare del rapporto tra l'uomo e l'ambiente esaminando, come nucleo centrale del discorso, il rapporto tra uomo e vegetazione.

Uomo e vegetazione: dalla tradizione all'elaborazione scientifica

L'atteggiamento dell'uomo verso la vegetazione è basato su di un fondamentale paradosso. Da un lato, soprattutto l'uomo primitivo è protetto dalla vegetazione [Dimbleby, 1967]: il bosco, i cespuglieti possono proteggerlo contro le condizioni climatiche estreme e contro i nemici; nelle praterie e nelle savane adiacenti alle foreste, il margine del bosco è il luogo naturale per cercare ricovero e sicurezza. Ovviamente, non soltanto i boschi ma molti altri tipi di vegetazione, come i canneti, possono offrire riparo all'uomo.

Il secondo aspetto del rapporto uomo e vegetazione consiste nello sfruttamento della vegetazione attraverso la raccolta di materiale vegetale, il pascolo degli animali domestici, la domesticazione delle piante e la loro coltivazione [Dansereau, 1957; Thomas, 1956].

La contraddizione tra il primo e il secondo aspetto è alla base di un senso di colpa evidente in molte antiche religioni.

In senso generale, possiamo dire che la vegetazione ha un rilevante effetto sulle condizioni fisiche e psichiche dell'uomo. L'aspetto opposto del «rifugio» è la «minaccia». Sebbene l'umanità sia molto più minacciata in natura dai fenomeni fisici (per esempio: terremoti, eruzioni vulcaniche, oscurità, freddo, aridità), anche la vegetazione ha storicamente costituito, e può ancora costituire, un pericolo. Le grandi foreste europee, nell'antichità e nel medioevo, furono una rilevante fonte di pericolo diretto per la maggioranza della popolazione, per il rischio di sperdersi, e di pericolo indiretto, a causa di probabili attacchi dai briganti. Ancor oggi, le foreste tropicali, che forniscono rifugio ai nativi, sono una fonte di pericolo per gli altri uomini.

L'impatto della vegetazione sugli atteggiamenti psichici dell'uomo si manifesta nel pensiero (filosofia) e religioso e nelle arti figurative.

Come osservò Keyserling [1921], la vegetazione del sud-est asiatico, così ricca di specie e complessa nella struttura, ha profondamente influenzato il carattere delle religioni locali. Keyserling considera l'Induismo una «religione vegetazionale»: la ricchezza della vegetazione, che nelle regioni tropicali riempie di sé la vita e la fantasia degli uomini, avrebbe condizionato l'elaborazione del complesso mondo mitologico di questa religione.

La religione Maya, centrata sulla «non realtà» del mondo visibile, potrebbe essere assunta come modello dell'atteggiamento tipico degli uomini delle regioni tropicali, così come l'atteggiamento opposto sarebbe tipico degli uomini che vivono nelle regioni temperate. La foresta tropicale condiziona l'uomo quasi imprigionandolo e sommergendolo e fornendogli tutto ciò di cui ha bisogno, e più di questo, per il cibo e gli indumenti, senza chiedergli sforzi. In questa condizione l'inattività è più probabile dell'attività, e la meditazione tende a negare la realtà di un mondo che è fatto di una vegetazione complessa, praticamente inaccessibile nel numero di specie che la compongono e nei suoi modelli strutturali.

Questo argomento è stato trattato in modo esauriente da Gupta [1971] e, per il Buddismo, da Burkill [1976]. Un aspetto di questo atteggiamento è anche una facile, quasi istintiva sacralizzazione della vegetazione, e della natura in generale. Nei Paesi a clima temperato, all'opposto, la produttività della vegetazione direttamente utile all'uomo è scarsa e l'uomo deve lavorare sulla vegetazione per aumentare questa produttività, creando tipi di vegetazione subnaturali, seminaturali e, in misura sempre più rilevante, tipi di vegetazione antropogena. La necessaria trasformazione della vegetazione in questi Paesi è un importante fenomeno culturale che è alla base di una progressiva desacralizzazione della natura e di una visione meccanicistica della realtà.

La parola «natura» deriva dal latino «nascere», pervenire all'esistenza. Un territorio, una vegetazione allo stato di natura sono, in senso etimologico, situazioni non ancora sviluppate. Sviluppo, in questo contesto, significa realizzazione delle potenzialità naturali, secondo il punto di vista umano: lo sviluppo consiste nell'utilità che si può ricavare dalla natura. Cartesio e Bacone fissarono questo atteggiamento utilitaristico nelle società occidentali. La concezione utilitaristica della natura, e il «meccanicismo» che ne è la metafisica, imposero però all'uomo occidentale uno sviluppo della conoscenza analitica, come base indispensabile al miglior uso delle risorse. La conoscenza analitica fu, d'altra parte, favorita dal numero relativamente basso di piante e animali nei Paesi temperati, e dall'esistenza di condizioni molto diversificate nella copertura vegetale, dovute sia a condizioni naturali che antropogene. L'atteggiamento cartesiano, riassumibile nella frase «noi amiamo ciò che è chiaro e distinto», ha di certo una importante base psicologica nell'ambiente relativamente paucispecifico e molto diversificato delle regioni temperate.

La trasformazione utilitaristica della natura, d'altra parte, porta progressivamente alla scoperta del valore ricreativo della residua vegetazione naturale ed alla consapevolezza che la «wilderness» è una «rarità» da conservare.

La scoperta del valore non soltanto utilitaristico della vegetazione naturale, è degli ambienti dove essa è ancora dominante, si può simbolicamente far risalire al 1336. In quell'anno Francesco Petrarca salì sul Monte

Ventoux. Petrarca fu il primo europeo a scalare una montagna per diletto e non per raccogliere frutti, legna o cacciare selvaggina. Quasi due secoli dopo Albrecht Dürer rivolse una minuziosa attenzione alla vegetazione dei prati, facendone il soggetto centrale di un acquerello (“Das Grosse Rasenstück”, 1503) anziché lo sfondo schematico e indeterminato di scene religiose o mitologiche.

Accanto alla metafisica meccanicistica si è quindi sempre sviluppato nella cultura occidentale un atteggiamento alternativo, sia pure minoritario, di contemplazione della natura e di unità con i viventi, che esistono tutti per glorificare Dio piuttosto che per servire l'uomo. Questo atteggiamento è suggerito, del resto, dalla stessa lettura del *Genesi* biblico. L'unità dell'uomo con tutte le creature è l'idea centrale della vita di S. Francesco d'Assisi.

L'incontro tra il sentimento della natura e la razionalità analitica avviene nella cultura europea con Rousseau e Goethe. Da allora inizia lo sviluppo moderno delle scienze naturali e muove i primi passi quel desiderio di sintesi che Haeckel fonda nel secolo XVIII come scienza, chiamandola «ecologia». Nasce anche lo studio delle piante in natura, la geobotanica, per descrivere l'armonia che regna tra ogni pianta e l'ambiente in cui vive. Scrive Anton Kerner von Marilaun [1863]: «Ogni pianta ha il suo posto, il suo periodo, la sua funzione, il suo significato. In ogni zona le piante sono riunite in gruppi definiti sotto forma di comunità stabilizzate o in via di sviluppo, mai trasgredendo all'ordinata struttura ed alla corretta composizione del gruppo».

Questo cammino di conoscenze raggiunge uno stato significativo nei primi decenni di questo secolo con lo svizzero Braun-Blanquet [1884-1980] ed il suo approccio fitosociologico allo studio della vegetazione. L'opera di Braun-Blanquet [1928] nella geobotanica è, secondo van der Maarel [1975], paragonabile a quella di Bach nella storia della musica. L'opera di Bach è generalmente giudicata come l'apice e la sintesi del periodo Barocco; al tempo stesso essa ha influenzato molti grandi musicisti successivi, come Mozart e Beethoven. La fitosociologia di Braun-Blanquet è la sintesi e il completamento delle idee e dei metodi di studio della vegetazione dall'inizio del XIX secolo, così come si precisarono dapprima attraverso i contributi di Humboldt, Heer, Lecoq, Kerner von Marilaun, Hult e poi con i lavori dei «padri» della scuola di Zurigo-Montpellier, Schröter, Brockmann-Jerosch, Rübél, Flahault e Pavillard, e di molti suoi contemporanei, tra i quali posso ricordare Ludi, Furrer, Jenny, Raunkiaer, Nordhagen e Jaccard.

Nello stesso tempo, la fitosociologia di Braun-Blanquet, che si precisa nelle sue basi di idee e procedure già nel 1920, ha ispirato un numero molto elevato di ricercatori successivi. Determinante a questo riguardo fu la stessa opera di Braun-Blanquet nel suo istituto «privato», la S.I.G.M.A. (Station Internationale de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine) a Montpellier. Migliaia di studi vegetazionali, centinaia di saggi e di manuali e circa 80 volumi della rivista «Vegetatio», da lui fondata, forniscono un'ampia prova del successo dell'approccio di Braun-Blanquet allo studio della vegetazione ed anche della sua flessibilità e della sua capacità di sviluppo.

Verso la fine degli anni '40 la fitosociologia veniva introdotta in Italia dai geobotanici operanti nell'Università di Pavia: Giacomini, Tomaselli e Pignatti. Solo nel 1964 verrà fondata la Società Italiana di Fitosociologia, oggi “Società Italiana di Scienza della Vegetazione”.

All'inizio degli anni '50, un secondo centro di sviluppo della fitosociologia veniva fondato da Tuxen a Stolzenau, nella Germania Federale. A partire da questi anni il fenomeno più importante per l'evoluzione della fitosociologia è stata la sua progressiva integrazione con l'ecologia vegetale quantitativa e con l'analisi indiretta di gradiente, che si erano inizialmente formate in altre scuole. Questa integrazione ha contribuito a precisare meglio la struttura logica della fitosociologia e ne ha aumentato il valore di strumento predittivo relativamente semplice e versatile per l'analisi ecologica. Un tale sviluppo è legato soprattutto all'opera di Whittaker, Orloci, van der Maarel e di molti altri ricercatori contemporanei, compresi alcuni italiani come Lausi e Feoli.

Dai primi lavori di Braun-Blanquet, e in particolar modo da una nota del 1921 sui «principi per una sistematica delle comunità vegetali su base floristica», si possono dedurre le tre idee principali dell'approccio fitosociologico:

— Le comunità vegetali sono concepite come tipi di vegetazione, individuati dalla loro composizione floristica. L'intera composizione in specie delle comunità esprime le loro relazioni reciproche e con l'ambiente meglio di ogni altro carattere.

— Tra le specie che entrano nella composizione floristica di una comunità, alcune sono più indicatrici di altre nei riguardi dei caratteri ambientali. Per la classificazione delle comunità, e per l'analisi ambientale, l'approccio preferisce usare queste specie diagnostiche a più elevato valore indicatore. Le specie diagnostiche comprendono le specie caratteristiche, le specie differenziali e le compagne ad elevata frequenza. Nell'insieme, queste specie formano la combinazione specifica caratteristica della comunità.

— Le specie diagnostiche sono usate per classificare le comunità in un sistema gerarchico di cui l'associazione vegetale è l'unità fondamentale. La classificazione gerarchica non è soltanto necessaria, ma è indispensabile, perché rende possibile la comprensione e la comunicazione delle relazioni ecologiche e dinamiche esistenti tra le comunità.

L'approccio di Braun-Blanquet allo studio della vegetazione presuppone una chiara distinzione tra le unità vegetazionali astratte e le comunità vegetali concretamente visibili e campionabili. Le comunità visibili, le fitocenosi, sono campionate con «rilievi fitosociologici» sulla cui base saranno attribuiti ad un *phytocoenon*. Infine, il termine «associazione» non deve far pensare ad un concetto organismico delle comunità vegetali. Le idee di Braun-Blanquet, più volte espresse, vedono nelle comunità delle piante una integrazione, più o meno stabile, di piante con diverse nicchie ecologiche.

Gli studi vegetazionali e la gestione dell'ambiente

Lo sviluppo raggiunto dalla scienza della vegetazione fornisce oggi importanti strumenti di conoscenza per la gestione ambientale, dalle situazioni ad elevata naturalità sino a quelle antropogene. Qualunque sia il caso considerato, la vegetazione è l'interfaccia tra l'azione dell'uomo e le strutture geogenetiche del territorio considerato.

Per gli scopi della conservazione biologica, che si possono riassumere nella conservazione della più ampia diversità possibile di ecosistemi e di strutture geogenetiche, per conservare il più elevato numero possibile di piante e animali, l'influenza umana è positiva se aumenta la varietà nello spazio e la stabilità nel tempo; è negativa se aumenta l'uniformità nello spazio e l'instabilità nel tempo.

Oggi sappiamo che l'impatto dell'uomo sulla vegetazione non è necessariamente negativo e causa di impoverimento: lungo la storia dell'uomo, questi ha anche aumentato la varietà della vegetazione (e quindi degli ecosistemi), in primo luogo creando la vegetazione seminaturale.

Nei primi stadi dell'antropizzazione di un territorio vi è un aumento di diversità della vegetazione e della flora: varie comunità vegetali, dovute all'opera dell'uomo, sostituiscono nel territorio la vegetazione naturale, generalmente formata da una comunità *climax* e/o da poche comunità specializzate. Numerose specie si espandono e poche regrediscono. Un ulteriore arricchimento è dovuto al formarsi di comunità di margine, al contatto tra la vegetazione naturale e quella antropogena.

Negli stadi più avanzati di antropizzazione la diversità diminuisce: gli effetti delle attività umane raggiungono il loro culmine con la distruzione della copertura vegetale oppure con la creazione di colture dove poche piante spontanee possono vivere. Si espandono gli *habitat* dove possono vivere solo poche specie *stress-tolleranti*. Con la rivoluzione industriale è iniziato e si è esteso rapidamente questo fenomeno di declino della diversità floristica e vegetazionale.

L'aumento dell'antropizzazione nella vegetazione è misurabile attraverso la progressiva espansione delle piante emerofite o sinantropiche, favorita direttamente o indirettamente dalle alterazioni antropogene dell'ambiente. La maggior parte delle emerofite è caratterizzata da un'ampia tolleranza ecologica, con un *optimum* in *habitat* disturbati ed una strategia biologica di tipo ruderale [Grime, 1979], basata cioè su cicli vitali brevi ed un prevalente investimento di energia nella riproduzione.

Tra le emerofite, quelle di origine esotica, e ormai naturalizzate nella flora di un territorio, sembrano indicare, con buona approssimazione, il grado di peggioramento della qualità ambientale, dovuto all'agricoltura, allo sviluppo urbanistico e industriale: si è visto che l'Italia settentrionale, con alla testa la Lombardia, ha mediamente il 5% di esotiche naturalizzate (Lombardia oltre il 6%); i valori più bassi, intorno al 3%, si riscontrano nelle regioni meridionali [Pignatti e Sauli, 1976].

I risultati che gli studi vegetazionali hanno sinora ottenuto circa gli effetti dell'uomo industrializzato sulla vegetazione sono ancora difficili da generalizzare. A scala mondiale, l'impatto delle attività umane è chiaramente negativo. La previsione degli effetti a scala locale deve invece tener conto della diversità degli impatti. Vi sono attualmente modelli che sembrano utili per sviluppare buoni strumenti di previsione.

La frammentazione estrema e l'isolamento delle residue formazioni vegetali naturali e subnaturali lasciano prevedere che assisteremo rapidamente ad una diminuzione della diversità specifica in queste aree, anche in assenza di un disturbo antropico, e ad una parallela diminuzione della diversità genetica delle specie che rimarranno. Questa perdita di specie non sarà casuale ma tenderà ad essere maggiore per quelle specie con minore capacità di disseminazione. Queste previsioni sono in accordo con la cosiddetta «teoria delle isole», di MacArthur e Wilson [1967], e con la relazione esistente tra area disponibile e numero delle specie.

I modelli disponibili circa i cambiamenti della vegetazione dopo un episodio di disturbo possono aiutarci a prevedere gli effetti di impatti catastrofici. Questi modelli sono indispensabili, ma non sono da soli

sufficienti per prevedere l'influenza dell'uomo sulla composizione della vegetazione e sul suo dinamismo. È necessaria una conoscenza dettagliata della frequenza e dell'intensità dei disturbi, dai quali inizia il processo di modificazione della vegetazione.

Ecosistemi con alta frequenza di incendi, come il *chaparral* californiano [Hanes, 1977] o la *ganga* mediterranea [Trabaud e Lepart, 1980], mostrano un'elevata diversità specifica subito dopo il fuoco.

La diversità diminuisce con il progredire della successione vegetazionale. All'opposto, ecosistemi con una bassa frequenza di incendi, come le foreste tropicali o le foreste temperate, hanno la maggior diversità negli stadi più maturi.

Praterie da lungo tempo pascolate presentano una diversità specifica più elevata di quelle pascolate da poco tempo [Whittaker, 1977], perché il pascolamento tende ad annullare gli effetti della competizione interspecifica.

Spesso, i disturbi ripetuti possono eliminare dal territorio le specie proprie di stadi vegetazionali maturi, prossimi al *climax*, e impedire così un recupero della vegetazione sino agli stadi più stabili.

Infine, alcune forme recenti di modificazione ambientale indotte dall'uomo sono, ecologicamente parlando, forme nuove di *stress* ambientale. È il caso dell'inquinamento atmosferico cronico. In tutti i casi sinora studiati, il gradiente di inquinamento simula un gradiente di successione, vegetazionale primaria rilevabile attraverso l'altezza della vegetazione, la diversità e la biomassa, tutti caratteri che mostrano un decremento verso la sorgente inquinante (per esempio: [Wood e Nash, 1976]; [Freedman e Hutchinson, 1980]). Questo fenomeno suggerisce l'idea che gli effetti di molte attività umane possano essere considerati nei termini di un gradiente di *stress* ambientale. Altri tipi di *stress* antropogeno potrebbero essere le escavazioni, i depositi tossici, la salinizzazione e la perdita di fertilità dei suoli. Il riconoscimento di tipi generali di gradienti da *stress* antropogeno dovrebbe facilitare le previsioni sui fenomeni vegetazionali in situazioni dove l'impatto umano genera *stress* di nuovo tipo.

Inoltre, se i vegetazionisti, come tutti gli altri studiosi dell'ambiente, devono essere qualcosa di più che i descrittori di catastrofi ecologiche, è ormai necessaria l'elaborazione di modelli quantitativi che ci aiutino a prevedere i cambiamenti della vegetazione indotti dall'uomo ed a ripristinare la vegetazione distrutta dovunque possibile.

Alla fine di questo secolo, è questa una sfida intellettuale molto importante. Si tratta di contribuire a creare le basi scientifiche di «un meccanismo sociale di *feedback*, diretto soprattutto alle relazioni dell'uomo con il suo ambiente naturale» [Leeuwen *apud* Bakker, 1979]. Questo meccanismo va dalla conservazione dell'ambiente naturale al miglioramento degli ambienti antropogeni.

Occorrerà investire molto nella formazione scientifica e tecnica se vorremo ancora far coesistere nel mondo industrializzato le due fondamentali tendenze umane verso la vegetazione: quella dell'uso e della trasformazione con quella della conservazione. Non vi è dubbio che la prima è stata e sarà prevalente, così come è certo che la diversità e la stabilità dei sistemi viventi saranno assicurati soltanto da una consistente presenza di territori ad elevata naturalità.

Siamo chiamati tutti a privilegiare l'ottimismo della volontà per dare alla ragione la possibilità di aumentare gli spazi da conservare e di ridurre le distruzioni senza ritorno. Come uomini del nostro tempo dovremmo ripeterci spesso questo pensiero di Martin Lutero: «Anche se il mondo perisse domani, io tuttavia pianterei un albero oggi».

LETTERATURA CITATA

- Bakker P. A. [1979], *Vegetation science and nature conservation*, in M. J. A. Werger (ed.), *The Study of Vegetation*, Junk, The Hague, pp. 247-88.
- Braun-Blanquet J. [1928], *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*, Biologische Studienbücher 7,1 ed., Berlin.
- Burkill, I. H. [1976], *On the dispersal of the plants most intimate to Buddhism*, in «Journ. Arnold Arbor.», 27, pp. 327-39.
- Dansereau P. [1957], *Biogeography, an Ecological Perspective*, Ronald Press, New York.
- Dimbleby G. [1967], *Plants and Archaeology*, Baker, London.
- Ferrari C., Pezzi G., Diani L., Corazza M., [2008]. *Evaluating landscape quality with vegetation naturalness maps. An index and some inferences*. In «Applied Vegetation Science» 11: 243-250.
- Freedman B. e Hutchinson T. C. [1980], *Long-term effects of smelter pollution at Sod-bury, Ontario, on forest community composition*, in «Can. Journ. Bot.», 58, pp. 2123-40.
- Fukarek F. [1980], *Über die Gefährdung der Flora der Nord-bezirke der DDR*, in «Phytocoenologia», 7, pp. 174-82.

- Grime J. P.[1979], *Plant Strategies and Vegetation Processes*, Wiley, New York.
- Gupta S. M.[1971], *Plant Myths and Traditions in India*, Brill, Leiden.
- Hanes T. L.[1977], *California chaparral*, in M. G. Barbour e J. Major (ed.), *Terrestrial Vegetation of California*, Wiley, New York, pp. 471-89.
- Kerner von Marilaun A.[1863], *Das Pflanzenleben der Donauländer*, Innsbruck.
- Keyserling H.[1921], *Das Reisetagebuch eines Philosophen*, Reichl, Darmstadt.
- Maarel E. van der[1975], *The Braun-Blanquet approach in perspective*, in «Vegetatio», 30, pp. 213-19.
- MacArthur R. H. e Wilson E. O.[1967], *The Theory of Island Biogeography*, Princeton Univ. Press, Princeton, N. J.
- Manzoni A.[1840], *I promessi sposi*. Guglielmini e Redaelli, Milano.
- Pignatti A. e Sauli M.[1976], *I tipi corologici della flora italiana e la loro distribuzione regionale: elaborazione con computer di 2600 specie di Angiosperme dicotiledoni*, in «Arch. Bot. Biogeogr. Ital.», 52, pp. 117-34.
- Thomas W.L. (ed.)[1956], *Man's Rote in Changing the Face of the Earth*, Univ. Press., Chicago.
- Trabaud L. e Lepart I.[1980], *Diversity and stability in garrigue ecosystems afterfire*, in «Vegetatio», 43, pp. 49-57.
- Walter H.[1973], *Vegetation of the Earth in Relation to Climate and Ecophysiological Conditions*, Springer, Berlin
- Westhoff V.[1983], *Man's attitude towards vegetation*, in W. Holzner, M. J. Werger e I. Ikusima (ed.), *Man's Impact on Vegetation*, Junk, Den Haag, pp. 7-24.
- Westhoff V. e Maarel E. van der[1980], *The Braun-Blanquet approach*, in R. H. Whittaker (ed.), *Classification of Plant Communities*, Junk, Den Haag, pp. 287-399.
- Whittaker R. H.[1977], *Animai effects on plant species diversity*, in Tuxen R. (ed.), *Vegetation und Fauna*, Gamer, Va-duz, pp. 409-25.
- Wood C. W. e Nash T. N.[1976], *Cooper smelter effluent effects on Sonoran Desert Vegetation*, in «Ecology», 57, pp. 1311-16.

(da *Nuova Civiltà delle Macchine*, IX, 1: 19-25, 1991, con modifiche dell'autore)