

FIORENZA TISI

INDAGINI PRELIMINARI SULLE CENOSI A *QUERCUS ILEX* L.
NELLA ZONA DI ARCO

Abstract - FIORENZA TISI - Preliminary research on the *Quercus ilex* L. vegetation in the area of Arco.

The presence of the oak *Quercus ilex* L. in the area of Arco (Southern Trentino) is explained considering the climatic and morphological aspects of the place, the ecophysiological characteristics of the plant as well as the mediterranean vegetational aspects as a whole.

Key words: Oak, Ecophysiology, Microclimate, Mediterranean vegetation.

Riassunto - FIORENZA TISI - Indagini preliminari sulle cenosi a *Quercus ilex* L. nella zona di Arco.

Si giustifica la presenza del leccio nella zona di Arco considerando gli aspetti climatici e fisiografici di tale zona, le caratteristiche ecofisiologiche della pianta, nonché gli aspetti vegetazionali mediterraneo-termofili nel loro complesso.

Parole chiave: Leccio, Ecofisiologia, Microclima, Vegetazione mediterranea.

PREMESSA

La zona di Arco, in provincia di Trento, è nota per una serie di contrasti ambientali che la rendono particolarmente interessante sotto il profilo naturalistico. Tra questi contrasti c'è la presenza, in una situazione climatica fondamentalmente prealpina, di ampie stazioni di specie mediterranee, a poca distanza da cenosi tipicamente legate ad un dinamismo di tipo tendenzialmente mesomicrotermico.

Due specie notevolmente interessanti da questo punto di vista sono il leccio (*Quercus ilex* L.) spontaneo, e l'olivo (*Olea europea* L.), coltivato da tempo immemorabile. Ci si chiede quindi il motivo della presenza di questa specie nella zona ed in particolare il perché della permanenza del leccio ad Arco.

Probabilmente il leccio è il resto di una più ampia distribuzione risalente a qualche periodo del Postglaciale e forse anche della fine del Terziario. Nella zona di Arco, in presenza dell'influsso mitigatore del Lago di Garda, di stazioni di rifugio, di microclimi

favorevoli, ci si chiede: quali sono i limiti della distribuzione del leccio? Si tratta di resti di una vegetazione passata? Oggi il leccio è presente da solo oppure esiste la «lecceta»?

Nel tentativo di dare alcune risposte a questi quesiti, si è pensato di affrontare la problematica da diversi punti di vista. Il presente lavoro è quindi composto da tre parti: una prima parte prende in considerazione i parametri fisiografici della zona; una seconda parte è di carattere ecofisiologico e riguarda lo studio delle principali funzioni autoecologiche e sinecologiche del leccio confrontandole con quelle di altre specie sia mediterranee che submediterranee mesofile, la terza riguarda lo studio della vegetazione a leccio della zona, per valutare se si tratta, appunto, di una situazione riferibile indirettamente alle altre leccete oppure se è qualcosa di diverso. Le varie parti sono state quindi confrontate nell'intento di ottenere una risposta ai quesiti posti.

LINEAMENTI GEOGRAFICI E GEOLOGICI DELLA ZONA DI ARCO

Collocazione geografica e descrizione morfologica

La zona del Basso Sarca, la piana dove sorge Arco, costituisce il limite meridionale della Valle dei Laghi, un grande vallone tettonico che si estende da Terlago fino al bacino gardesano in direzione NNE SSO con allineamento parallelo sia alla Valle dell'Adige sia alle Giudicarie Esteriori. Il fiume Sarca che esce dalle Giudicarie Esteriori presso Sarca, bagna la media e bassa Valle dei Laghi, a cui dà anche il nome (Valle del Sarca) e sfocia quindi nel lago di Garda (GORFER, 1983).

Gli elementi caratteristici dell'ambiente del Basso Sarca sono quindi la presenza del lago di Garda a sud, di un contrastante retroterra di natura tipicamente alpina, nonché di numerosi laghi verso nord, e di una spiccata differenza morfologica tra il fianco occidentale e quello orientale della conca: il fianco sinistro orientale, presenta un profilo uniforme, dominato a NE al m. Stivo (2058 m) la cui dorsale continua a Sud nella larga propaggine del m. Creino (1292 m) che a sua volta si continua direttamente con lo sperone settentrionale dell'Altissimo del m. Baldo verso Nago-Torbole.

Il fianco destro, occidentale della conca del Basso Sarca ci appare come una serie di colli nudi e rocciosi che contrastano con la mitezza degli uliveti estesi alle loro falde. Sono il colle del castello di Arco, degradante verso la città ma troncato bruscamente verso est da una parete che precipita a balzo sul Sarca, il Colodri più a nord e la lunga collina di Baone più a ovest. Sempre verso ovest, oltre la valletta di Padaro, si erge la dorsale culminante nel m. Biaina (1413 m) alle cui pendici meridionali troviamo lo stretto vallone di Tovo oltre il quale sorge il m. S. Pietro (1086 m) e più in su la piramide del Misone (1803 m) che precipita verso est con un'alta parete rocciosa. Segue verso sud la muraglia del m. S. Lorenzo che si interrompe alla famosa cascata del Varone, e oltre questa la rupe di Deva, sovrastata dal bastione del Tombio (841 m) di natura dolomitica.

Infine, oltre alla località dell'Albola, si erge la mole della Rocchetta con Grotta Dazi che incombe su Riva e sul lago di Garda. Sullo sfondo tra il Tombio e il Lomason si apre il solco che porta nelle valli Giudicarie attraverso la sella del Ballino, dominato a sinistra dalle cime di Cogorna, dalla piramide del Toffino e dalle corna di Pichea e più a

sud dal Parì e dalla Cima d'Oro, collegate alla Rocchetta. Alla destra del solco si erge imponente il m. Misone.

A completare il quadro morfologico della conca del Basso Sarca, nella pianura sorge isolato il m. Brione.

La ricchezza di contrasti accresciuta anche dalla mole del m. Baldo e dall'azzurro specchio del Garda conferisce un fascino particolare alla pianura del Sarca (CADROBBI, 1961).

Cenni sulla storia geologica della Valle del Sarca e zone circostanti

La formazione geologica della Valle del Sarca è correlata con l'orogenesi della catena alpina, caratterizzata da una lunga fase di sedimentazione (dal Trias al Tardo Terziario) seguita dal sollevamento, rottura ed erosione delle rocce preesistenti (dal Tardo Terziario fino ai nostri giorni) (TECHNITAL, 1975). I terreni affioranti sono, infatti, costituiti per la maggior parte da formazioni sedimentarie marine che raggiungono lo spessore di circa 2000 m; sono pure presenti, seppure in scarsa misura, piccoli giacimenti di tufi vulcanici, depositi di morene, di conglomerati interglaciali e di alluvioni recenti. In seguito ad un'osservazione anche superficiale appare evidente che i due lati della valle, che corrisponde ad una sinclinale delle stratificazioni rocciose, presentano una netta diversità, essendo il fianco orientale regolare e quello occidentale più complicato e rotto da fratture (CADROBBI, 1961). Tale aspetto morfologico testimonia che la zona durante il ciclo alpino fu una zona di transizione, precisamente tra l'alto strutturale trentino o piattaforma atesina o facies veneta con serie sedimentarie di calcari di mare poco profondo, ed il bacino lombardo o facies lombarda costituito da depositi carbonatico-silicei di mare aperto e profondo.

Il fenomeno è evidente nei terreni più antichi, mesozoici, di maggiore potenza stratigrafica, che costituiscono le strutture principali dei rilievi più alti: tali formazioni, pur essendo sincrone, presentano infatti caratteri litologici diversi (TECHNITAL, 1975).

L'escavazione da parte dei ghiacciai quaternari della sinclinale benacense, presente fin dal Miocene, ha poi contribuito alla formazione geologica attuale.

CLIMA: GENERALITÀ DEL BASSO SARCA

Un accurato esame della situazione climatica ed in particolare del clima invernale, ci permetterà di capire la straordinaria ricchezza di specie della flora locale e di addentrarci quindi nello studio dei meccanismi fisiologici di sensibilità ed adattamento al gelo e alla siccità delle specie sempreverdi mediterranee, con particolare riferimento a *Quercus ilex* L.

I dati climatici riportati più avanti sono forniti dalla stazione meteorologica di Arco, in funzione dal 1855 e le registrazioni originali e i registri con i dati elaborati sono archiviati presso la sede dell'Azienda Autonoma di Soggiorno di Arco. I dati riportati sono riferiti al decennio 1950-1961, all'inverno 1962-1963, 1984-1985 (particolarmente rigidi) e sono stati raccolti da LARCHER (1979) e dall'autrice. Grazie all'opportuna collocazione degli strumenti di misurazione è possibile estendere i valori ottenuti ad un'area



Fig. 1 - Vegetazione a leccio in ambiente rupestre, limitata dalla scarsa presenza di substrato. Da notare le tipiche formazioni calcaree a «campi solcati».

maggiore del punto in cui vengono determinati, e di descrivere quindi un *clima regionale*, che non sarà tuttavia sufficiente per conoscere le reazioni e gli adattamenti delle piante in particolari condizioni ambientali.

Si possono infatti rilevare notevoli differenze di clima su spazio limitato, tali da creare un *microclima*, o clima dell'ambiente in cui le piante vivono, ad esempio nelle chiome degli alberi o in vicinanza del suolo dove il movimento dell'aria viene sensibilmente frenato. Un'altro esempio di microclima si può avere di giorno, con forte insolazione quando le piante e il loro ambiente possono superare di ben 10-15°C la temperatura dell'aria nell'osservatorio meteorologico o di notte quando, viceversa, il margine delle chiome folte degli alberi o l'aria vicina alla superficie del suolo può raffreddarsi fino a 3°C più dell'aria a 2 m. di altezza. Purtroppo, non essendo ancora state effettuate misurazioni a lungo termine dei microclimi di Arco, per il momento è il clima regionale che dovrà fornirci sufficienti delucidazioni sul rapporto tra clima e vegetazione locale (LARCHER, 1979).

La conca del Basso Sarca si colloca ad una latitudine di 45° 55' 14" nord e longitudine 1° 34' 12" ovest di Monte Mario, nella regione dei laghi subalpini con caratteristiche climatiche distinte dalla regione alpina a clima temperato-freddo e dalla regione

padana, a clima temperato-subcontinentale con forte escursione termica: l'azione mitigatrice delle grandi masse d'acqua permette infatti l'instaurarsi di un clima temperato-fresco, particolarmente mite nella zona del lago di Garda che è il più caldo dei laghi prealpini. La particolare configurazione geografica del bacino del Garda, protetto da montagne alte 1500-2000 m. a nord, est ed ovest, consente alla vasta superficie d'acqua di svolgere un effetto moderatore particolarmente efficace specialmente in inverno, che si estende a nord, oltre la zona costiera fino a Dro, dove troviamo gli ultimi olivi e al lago di Toblino dove crescono rigogliosi lecci (LARCHER, 1979).

Comparando i valori di temperatura e piovosità tra i laghi prealpini occidentali ed il lago di Garda, si può attribuire a quest'ultimo un clima caldo-asciutto, rispetto al clima fresco-umido dei primi. Questa differenza indusse KOPPEN (1901 in ARIETTI, 1965) a parlare rispettivamente di un «clima dell'olivo» e un «clima delle camelie».

Elementi del clima di Arco

Eliofania e nebulosità. Nella conca settentrionale del Lago di Garda la durata dell'insolazione è abbreviata, rispetto alla pianura, dall'orizzonte determinato dalla linea di cresta dei monti.

Nelle giornate senza nubi il sole appare in media per un periodo di tempo inferiore di 1/5 rispetto ad un luogo di pianura posto alla stessa latitudine, e nei mesi di dicembre e gennaio, quando il sole rimane più basso, inferiore di 1/4. I giorni completamente senza nubi sono rari: la durata media dell'insolazione è dunque sempre più breve della durata massima. Il valore medio del totale annuo dell'eliofania (calcolato nel decennio 1950-1959) ammonta a 2031 ore di sole all'anno. Tale valore è molto più alto di quello registrato nei luoghi a nord delle Alpi e tra le Alpi e solo nel bacino mediterraneo sale di molto sopra a 2000 ore. In conseguenza della nebulosità il totale annuo delle ore di sole corrisponde a più della metà della durata massima dell'insolazione possibile se tutti i giorni fossero sereni. La differenza tra estate ed inverno ad Arco è molto minore che nella pianura padana e nella regione mediterranea. Nel tardo inverno si hanno tanti gironi sereni quasi come in estate e più che in autunno e primavera. Il maggior numero di giorni sereni si ha in agosto, il minor di aprile, maggio, giugno; in estate i giorni coperti sono più rari che a nord delle Alpi (LARCHER, 1979).

Temperatura dell'aria. La *media annua* della temperatura media di 13.7°C (per il decennio 1950-1961) mette in evidenza la condizione termica privilegiata di Arco in confronto alla vicina Val d'Adige. Tale condizione è dovuta più ad un inverno mite che da un'estate calda. Infatti mentre la differenza di temperatura fra Arco e la Val d'Adige nell'estate è irrilevante, nel mese più freddo essa è di 3-4°C superiore ad Arco.

La media delle *minime assolute* dal 1950 al 1961 è di -4°C. Negli inverni dal 1949-50 al 1962-63 le minime assolute sono scese sette volte sotto i -4°C. Una temperatura bassa da -7°C a -10°C è cosa rara, possibile solo se un afflusso di masse d'aria fredda è accompagnata da un'intensa irradiazione durante la notte, come avvenne nell'inverno 1962-62; tale fenomeno succede ad Arco in media un inverno ogni 10 anni, mentre è di regola nella vicina Val d'Adige e nella Padana settentrionale.

Per quanto riguarda la *frequenza dei geli*, Arco si trova in una situazione favorevole rispetto alla riva meridionale del lago di Garda ed ai vicini laghi lombardi. Si hanno in media 17,5 giorni di gelo all'anno, cioè con temperatura minima minore di 0°C, normalmente per brevi periodi di 5-8 giorni seguiti da un aumento di temperatura provvisorio o definitivo, entro un arco di tempo di 51,5 giorni (l'inverno in senso climatico) e mai dalla metà di marzo alla metà di novembre; in tale periodo gelate si possono verificare in vicinanza del suolo.

La *media delle temperature minime giornaliere* rimane anche nel mese più freddo sopra lo zero. In inverno la temperatura più bassa si aggira entro il divario di temperatura tra 0 e +5°C, la più alta tra 5 e 10°C. Durante i mesi invernali da dicembre a febbraio, la temperatura massima del giorno resta sotto i 5°C per 5 giorni al mese, nel 52% di tutti i giorni invernali tra 5 e 9,9°C, e per un terzo di tutti i giorni è di 10°C o più. La media delle letture ad Arco alle ore 14 in gennaio è di 6,1°C; la media delle temperature massime giornaliere è di 6,9°C e la media delle temperature massime assolute è di 13,1°C.

In primavera, come pure in autunno, sono frequenti giorni con temperatura massima tra 20-25°C, caratteristici dell'estate in regioni alpine e del centro Europa.

L'estate è calda: la *media delle massime giornaliere* è di 28,4°C in luglio e 27,2°C in agosto. La temperatura è superiore a 25°C 4 giorni su 5 ed un quinto dei giorni di agosto è pari o superiore a 30°C (giorni tropicali). La temperatura massima registrata è di 36,8°C (il 4.7.1950 e il 7.7.1957).

La *media delle massime assolute annuali* è di 34,1°C con oscillazioni tra 31 e 37°C.

La temperatura *media notturna* si aggira intorno a 20-21°C in estate.

La *media dell'escursione diurna* della temperatura normale è di 6,8°C, maggiore in estate (9,9°C in agosto) che in inverno (4,8°C in dicembre) minore che nelle valli alpine, circa uguale alle località costiere.

L'*escursione annua* è di 20,2°C, minore che nella Pianura Padana e in Val d'Adige (22°C).

Il clima di Arco sta, dunque, in posizione intermedia tra il tipo di clima litoraneo, che è ancora più temperato, e quello continentale ad escursione più ampia (LARCHER, 1979).

Umidità dell'aria. La più alta umidità relativa si osserva nella seconda metà della notte o al mattino, con valori medi del 72% alle ore 7, e la più bassa è del 63% alle ore 14.

La *media annua dell'umidità relativa*, del 69%, è inferiore alla media di altri luoghi di eguale latitudine. Ad Arco l'inverno, che ad eccezione delle località montane è ovunque la stagione più umida, si distingue per l'aria asciutta: il mese di febbraio, seguito da gennaio, è il mese con la più bassa media dell'umidità relativa.

Giorni con alta umidità relativa, cioè con valori del 90% circa e formazione di rugiada, rari nel tardo inverno, sono invece frequenti da settembre a dicembre. Per questo motivo, oltre che per il continuo movimento dell'aria, ad Arco non c'è mai nebbia.

L'*escursione annua dell'umidità relativa* dell'aria è molto bassa, del 7,5% tra ottobre (mese più umido) e febbraio (mese più asciutto), quasi come sul litorale mediterraneo e molto inferiore che nella Padana o nella Val d'Adige (tra il 20-25%) (LARCHER, 1979).

Precipitazioni. La *media di precipitazioni annuali* per il periodo 1950-1961 è di 926,6 mm, con sensibili variazioni annuali; tale quantità è simile a quella delle stazioni dell'Europa occidentale, centrale e del Mediterraneo-settentrionale. Per quanto riguarda la distribuzione annuale delle precipitazioni, il regime pluviometrico di Arco ha in comune con quello mediterraneo solo le piogge autunnali, mentre per il resto è completamente diverso: questo fatto costituisce la fondamentale differenza tra i due tipi di clima. L'autunno è appunto la stagione più ricca di precipitazioni, vi cade un terzo del totale annuo, con punta massima in ottobre: 117 mm di media e quasi 290 mm di massima. L'inverno invece, che sulle rive del Mediterraneo è umido, è la stagione più scarsa di precipitazioni, che ammontano in questo periodo a meno di un quinto della quantità annua totale.

La neve arriva casualmente 4 giorni all'anno, e la probabilità delle precipitazioni è pure scarsa, essendo queste isolate; nel tardo inverno si hanno regolarmente periodi lunghi senza precipitazioni.

La primavera è scarsamente piovosa, con poco più di un quinto della somma totale delle precipitazioni annuali. In aprile possono arrivare fin qui le propaggini delle piogge mediterranee (LARCHER, 1979).

Anche l'estate ad Arco si differenzia notevolmente dall'estate mediterranea: ad Arco piove per 11 giorni al mese (35,6% di probabilità di pioggia), con distribuzione lungo tutto il mese a breve periodo di pioggia giornaliero. Ci possono essere estati con periodi senza pioggia, che però non durano più di 10-12 giorni e che possono portare a siccità estiva: in tali periodi il suolo soffre per scarsità di acqua tra 10 e 30 cm di profondità (WEINMANN, 1967-68).

Una raffigurazione grafica dei periodi di aridità può esserci fornita dai *diagrammi del clima o climatogrammi* proposti da WALTER (1968): il susseguirsi nel corso degli anni di vari climatogrammi rende possibile la realizzazione di nastri climatografici. I climatogrammi riportano le medie mensili della temperatura e le relative somme mensili delle precipitazioni: in tal modo la curva della temperatura serve per indicare la potenzialità di evaporazione stagionale nell'atmosfera.

Se la curva delle temperature soprassa quella delle precipitazioni significa che queste non soddisfano alle esigenze idriche delle piante. Dal diagramma di Arco per il periodo 1950-1961 non si notano periodi di siccità in quanto nei vari anni la siccità cadeva in mesi diversi a differenza che nei diagrammi di Lugano, Monaco di Baviera, Genova e Palermo.

Venti. Il ritmico alternarsi della corrente discendente dalla Valle del Sarca, la «brezza di terra» o *sovere* e della corrente ascendente dal lago o «brezza del lago» o *ora*, viene descritta da LARCHER (1979) come un periodico sistema dei venti. L'ora compare notevolmente solo nei giorni più caldi della primavera, quando si ha una grande differenza di riscaldamento tra lago e valle, dalle ore 10 di mattina alle ore 4 di pomeriggio, mentre è irrilevante in inverno. I venti locali soffiano maggiormente da aprile a giugno. Occasionalmente può comparire un freddo vento da nord, talvolta il *Föhn*, secco e freddo, e più raramente da sud, ma mai da ovest o est per la presenza di alte montagne.

Correnti d'aria provenienti dalle valli adiacenti immettono, durante la notte e la mattina, aria fresca ed asciutta nel bacino dell'Alto Garda, inasprando il gelo negli

inverni rigidi e creando differenze di temperature locali a seconda delle traiettorie di afflusso dell'aria fredda.

Il clima di Arco nel corso delle quattro stagioni: breve riassunto

Inverno. L'inverno è mite, senza vento e ricco di giorni sereni. In media si hanno 17.5 giorni con gelo da dicembre ai primi di marzo, con minime fino a -5°C , raramente fino a -10°C , ed il gelo non si mantiene per più di 5-8 giorni. In due giorni su dieci in gennaio e un terzo dei giorni di dicembre e febbraio si hanno temperature da 10 a 15°C verso mezzogiorno.

A differenza che nella regione mediterranea, e come all'interno delle Alpi, l'inverno è la stagione più povera di precipitazioni e l'umidità relativa dell'aria in gennaio e febbraio è minore che in tutti gli altri mesi, per cui ad Arco non c'è nebbia in inverno.

Primavera. Verso mezzogiorno le temperature raggiungono valori tra 15 e 25°C e di notte troviamo valori superiori a 8°C due giorni su tre. La pioggia equinoziale primaverile tipica del Mediterraneo settentrionale si inoltra fino alle Alpi in aprile. La pioggia dura periodi di 5-7 giorni, raramente 8-9 giorni, apportando in aprile un decimo delle precipitazioni annue. Il periodico sistema dei venti comincia a farsi sentire in marzo, e da aprile in poi soffia con forza come in estate. Dopo un marzo asciutto e temperato, la stagione si fa piuttosto piovosa e ventosa.

Estate. L'estate è calda con massime di 28.4°C in luglio e di 27.2°C in agosto con temperature massime di 30°C un terzo di tutti i giorni di luglio e un quinto di tutti i giorni di agosto, ma le minime termiche restano sotto i 20°C grazie all'azione mitigante della brezza del lago. A differenza dei paesi del Mediterraneo dove domina la siccità per mesi, ad Arco si può avere siccità estiva per tre volte in un decennio in media, in quanto le piogge estive dell'Europa centrale sorpassano facilmente le Alpi; la pioggia cade inoltre intensa per poche ore e quindi l'estate presenta una buona insolazione, del 64% della durata massima, con solo 3 giorni al mese di cielo coperto.

Autunno. Il mese di settembre è caldo come l'estate dell'Europa centrale.

In ottobre si hanno solo raramente giorni con temperatura massima di 25°C o più, ed i venti periodici si calmano. In novembre la temperatura si abbassa rapidamente, con le massime sotto i 10°C e le minime sotto i $+5^{\circ}\text{C}$. Ottobre e novembre sono i mesi col più alto totale di precipitazioni all'anno (quasi un quarto del totale annuo), con scarsa frequenza: ci può essere pioggia per 5-7 giorni, seguita da due tre settimane di bel tempo.

Esempi di andamento climatico particolarmente rigido con riferimento agli inverni 1962-63 e 1984-85

Come detto in precedenza, nel bacino del Garda si ha freddo eccessivo soltanto quando un afflusso di masse d'aria fredda è accompagnato da una intensa radiazione notturna. Analizzando il decorso del tempo atmosferico nell'inverno 1962-63, capiremo la tipica situazione meteorologica in grado di provocare gelate dannose nel bacino del Garda.

La prima ondata di freddo sopraggiunse già a metà dicembre del 1962, quando nevicò tre volte, anche se la neve si sciolse presto. In quel periodo sull'Europa centrale e sulle Alpi dominava una zona di alta pressione, nell'ambito della quale, durante le lunghe notti serene, la temperatura discese ai valori più bassi registrati in quel periodo. Verso la fine di dicembre si manifestò poi sul Mediterraneo un'ondata di basse pressioni, che provocò pioggia e quindi temperature più alte ad Arco. Dopo 13 giorni senza gelo, ma tuttavia freddi, il 12 gennaio affluisce di nuovo aria fredda dall'Europa orientale e centrale nel bacino occidentale del Mediterraneo, a cui seguì un rasserenamento e poi un nuovo inasprimento del gelo. Il 18 gennaio una seconda ondata di masse di aria fredda provenienti da nord invade l'Europa occidentale ed a questa subentrò un'ulteriore ondata di aria polare che da oriente penetrò nel Veneto. Questa duplice invasione di aria fredda era percettibile il 22 gennaio in tutta la Francia meridionale, Italia, Dalmazia, rive del mar Nero, e dopo il passaggio della perturbazione si osservarono le temperature minime assolute di quell'inverno. Un'ultima ricaduta di freddo con minime termiche fino a -8°C si ebbe anche a fine mese (LARCHER, 1979).

L'andamento delle temperature minime per l'inverno 1984-85, che presenta una temperatura minima assoluta di -11.5°C il 7 gennaio 1985, ci presenta una situazione analoga a quella descritta per l'anno 1962-63 da LARCHER (1979), riproposta in modo particolarmente drastico ed anticipata di qualche giorno.

La minima assoluta di -11.5° è infatti cosa più unica che rara, come pure il numero totale di giorni di gelo consecutivi (25 giorni di gelo dal 23 dicembre al 17 gennaio) è di molto superiore alla media annuale (17.5 giorni di gelo all'anno).

ASPETTI ECOFISIOLOGICI DELLE SCLEROFILLE SEMPREVERDI MEDITERRANEE

Le piante sclerofille mediterranee si sono adattate nel loro areale originario, per evoluzione e selezione naturale, a climi con estate secca ed inverni miti ed umidi dove il fattore climatico essenzialmente responsabile della loro sopravvivenza, crescita e restrizione della produttività è lo stress della siccità.

Nelle parti orientali e settentrionali del bacino mediterraneo e vicino al limite altitudinale della vegetazione a macchia, invece, il fattore limitante la propagazione delle sclerofille è lo stress per basse temperature (LARCHER & MAIR, 1969).

Analizzeremo in seguito le modalità con cui questi fattori climatici incidano sulla costituzione ecofisiologica della pianta e come quest'ultima reagisce, prendendo come esempio il leccio e considerando specialmente lo stress da basse temperature; un'analisi dei suoi effetti ci permetterà infatti di capire meglio l'attuale presenza del leccio nella zona di Arco.

Stress da freddo

Gli effetti più evidenti dallo stress da freddo sulle sclerofille mediterranee sono:
a. i danni da gelo negli inverni particolarmente rigidi (ogni 10-12 anni);

- b. la ridotta produzione di materia organica (MORETTINI, 1961 in LARCHER, 1981);
- c. un minor vigore dalle piante dovuto alla sospensione delle attività metaboliche per temperature subottimali in dicembre e gennaio (KILLIAN, 1983, LARCHER, 1961 ab, 1969 ab, ECKART et al., 1975, KREEB, 1975 in LARCHER, 1981).

Le basse temperature invernali e il gelo episodico causano inoltre un'alterazione della composizione floristica della vegetazione e macchia e una limitazione dell'areale (MITRAKOS, 1980 in LARCHER, 1981). Per poter graduare la resistenza al gelo e la capacità di sopravvivenza del leccio possono essere comparati vari dati riguardanti i danni da gelo per le foglie degli individui adulti, la sensibilità nel corso dello sviluppo individuale della pianta e nei vari organi, la diversa resistenza al gelo nella varie parti della lecceta.

Per quanto riguarda il tipo di danno riportato da piante di leccio dopo il test di congelamento in laboratorio o anche il giorno dopo la gelata di campo, possiamo osservare un cambiamento di colore delle foglie, che diventano nere ed emanano un caratteristico odore dovuto all'autolisi dei tessuti necrotizzati; le foglie riportano un tipico danno a mosaico, intercostale, essendo i fasci vascolari racchiusi in setti di sclerenchima. Soggette a tale danno, le piante possono sopportare la perdita da 1/10 a 1/5 della superficie fogliare, mentre in caso di altri tipi di danno (ad es.: diffuso, zonale, alle nervature), la morte della foglia avviene dopo un danneggiamento di minor estensione (LARCHER, 1963).

La capacità di affrontare le sollecitazioni climatiche nella sua stazione è una caratteristica fondamentale della costituzione ecofisiologica della pianta; i limiti della capacità di resistenza, che sembrano essere ereditari (KEMMER & SCHULZ, 1955; EGUCHI, SAKAI, USUI & ŪHARA, 1966; MURAWSKI, 1968 et alii, in LARCHER, 1969), non sono fissati su tipiche grandezze di resistenza e resa, ma sono più che altro un margine di tolleranza, una norma di reazione data alla pianta per inserirsi armonicamente nel suo spazio vitale (KARNATZ, 1956; MURAWSKI, 1962; SMITHBERG & WEISER 1968 in LARCHER, 1969). Il raggiungimento della resistenza al gelo dipende quindi da vari fattori tra cui la capacità di acclimatazione della pianta, le condizioni ambientali al momento del rilievo (una stessa pianta può raggiungere valori di resistenza al freddo diversi di 2-3°C in inverni successivi) (LARCHER & MAIR, 1968, SMITHBERG & WEISER, 1984 in LARCHER, 1969), età, stato di salute e di nutrizione della pianta, fattori ambientali non climatici che possono influenzare i valori delle misure.

Per la caratterizzazione della resistenza di una specie si dovranno considerare (LARCHER, 1967; SCHEUMANN, 1967 in LARCHER, 1969) la resistenza massima raggiungibile in tutte le fasi di tutti gli organi della specie considerata, la variabilità stagionale del livello di acclimatazione in relazione al decorso dello sviluppo, il decorso della resistenza in seguito a fattori esterni ed interni, il rilevamento dei danni metabolici reversibili e irreversibili prima della comparsa di danni ai tessuti (danni pre-necrotici), l'osservazione della capacità specifica di rigenerazione.

In base ai tests di congelamento, che costituiscono una delle poche ricerche sperimentali sulla resistenza al gelo delle sclerofille mediterranee (LARCHER, 1954b-1963b-1969v-1970; LARCHER & MAIR, 1969; SAKAI, 1968 in LARCHER, 1981), è stato possibile distinguere tre gruppi di resistenza al gelo all'interno di tali piante, riflettenti il

gradiente latitudinale e altitudinale nella composizione floristica della macchia mediterranea:

- 1° gruppo: specie più sensibili che presentano un danno letale del 50% delle foglie tra -6 e -8° e dei germogli tra -9 e -16°C.
Ceratonia siliqua L., *Nerium oleander* L., *Myrtus communis* L.;
- 2° gruppo: le specie presentano seri danni al fogliame tra -12 e -14°C e al fusto tra -15 e -20°C.
Laurus nobilis L., *Olea europea* L., *Quercus coccifera* L., *Quercus robur* L., *Arbutus unedo* L., *Rhamnus alaternus* L., *Virburnum tinus* L., *Pistacia lentiscus* L., *Pinus pinea* L., *Pinus halepensis* MILLER;
- 3° gruppo: è costituito dalle specie particolarmente resistenti che riportano danni solo sotto -15 e -20°C.
Quercus ilex L., *Phillyrea latifolia* (L.) C.K. SCHNEIDER - *Cupressus sempervirens* L.

Tra le piante mediterranee il leccio mostra una tolleranza al congelamento in tutte le parti del corno, risulta essere la specie più resistente al gelo e presenta un 50% di danno alle seguenti temperature: foglie -15°, germogli -17°C, cambio del fusto -28°C, legno del fusto -26°C, cambio delle radici -7°C, legno delle radici -8°C; ciò gli rende possibile di spingersi fin oltre i limiti settentrionali della regione mediterranea e di creare areali isolati, tra cui quello sul lago di Garda.

È stato inoltre dimostrato (LARCHER, 1969) un aumento della capacità di resistenza al gelo nel corso dello sviluppo individuale della pianta e i singoli organi di una pianta legnosa sono variamente sensibili al gelo. Le radici ad esempio sono le più sensibili ma raramente presentano danni perché protette dal terreno, i fiori e le foglie, specialmente le più vecchie, soffrono il gelo più delle gemme, di cui le terminali sono più sensibili delle ascellari. Contemporaneamente coi primi danni alle gemme si mostrano anche imbrunimenti circoscritti, a forma di nido o a righe, sulla corteccia di rami e ramoscelli, poi anche sul tronco. Il cambio in riposo invernale è più resistente ancora del legno (LARCHER, 1970), mentre le plantule e le giovani piante sono più sensibili di alberi o cespugli adulti e corrono maggior pericolo vicino al terreno: un gelo di -4°C può compromettere il raccolto di un anno e di -8°C causare la perdita di buona parte delle fasi giovanili. Geli da -8°C a -10°C in inverni consecutivi impediscono il naturale ringiovanimento delle cenosi del leccio, anche se a questa temperatura i cespugli e gli alberi adulti non soffrono danni (LARCHER & MAIR, 1969).

È possibile una stratificazione nelle leccete a secondo delle diverse capacità di resistenza: dal punto di vista ecologico è importante ad esempio che le parti della chioma dell'albero che delimitano la lecceta, cioè che sono soggette anche per il microclima a maggiori geli, sviluppino una maggiore resistenza al freddo degli individui che crescono all'ombra della cenosi. In questo senso i componenti di una macchia ceduata a *Quercus ilex* L. sono adattati nel modo migliore alle insidie del freddo, perché i cespugli ed alberi più grossi proteggono gli stadi giovanili più sensibili: sotto una spessa copertura di chiome la temperatura, in caso di gelo, diminuisce da 3 a 5°C rispetto all'aperto (BRAUN-BLANQUET, 1936; R. MOLINER & R. MOLINER, 1956 in LARCHER & MAIR, 1969).

Stress da siccità

Come già precedentemente esposto, lo stress da siccità è il fattore essenzialmente limitante la propagazione, sopravvivenza e crescita delle sclerofille mediterranee nel loro areale originario. Di tale fattore ricordiamo brevemente i suoi effetti sul bilancio idrico della pianta (rilevabili da cambiamenti del contenuto idrico e del potenziale idrico), sulla traspirazione, scambio di CO₂ e quindi sulla produzione di materia organica nonché sulla morfologia delle sclerofille (LARCHER, 1984): il leccio dimostra un buon adattamento ecofisiologico a tale stress, rispetto ad esempio alla roverella (*Quercus pubescens* L.), ciò che ci permette di definirlo specie euroidrica ben adattata alla sopravvivenza a climi con estate secca (WALTER, 1968). Allo stress da siccità la pianta non è comunque soggetta nella zona di Arco, in cui si può avere siccità in media solo tre volte in un decennio.

LE COLONIE MEDITERRANEO TERMOFILE NELL'ITALIA SETTENTRIONALE

Distribuzione delle stazioni di *Quercus ilex* L.

Le stazioni di leccio (*Quercus ilex* L.) costituiscono l'aspetto vegetazionale termofilo mediterraneo più significativo lungo il margine meridionale delle Alpi; esse sono collocate per la maggior parte nel Veneto euganeo, con qualche piccola stazione in Friuli presso Osoppo, verso ovest il leccio arriva fino al lago di Como (ARIETTI, 1965) e troviamo poi un gruppo costiero di stazioni, Bosco Nordio, Rosolina Mare, Donada, Caorle, foci del Tagliamento, le stazioni dei colli Euganei ed infine le stazioni legate alla costiera gardesana, che si spingono lungo il Sarca, e alla Val d'Adige. Seguendo la Val del Sarca verso nord troveremo rigogliose stazioni di leccio nei pressi del lago di Toblino ed individui isolati più a nord di Vezzano, sopra Fraveggio, dove arriva l'influsso mitigatore del Lago di Garda (LARCHER, 1963 e MARCHESONI, 1959). Per comprendere l'attuale distribuzione delle popolazioni termofile mediterranee è necessario risalire agli eventi climatici del Quaternario, che ebbero un'influenza determinante sulla storia della flora nella regione prealpina: i ghiacciai pleistocenici, oltre a modellare il paesaggio benacense attraverso l'escavazione del lago, isolarono con le loro lingue di ghiaccio vaste zone montuose, i «nunatakker» (PIGNATTI in CAPPELLETTI, 1976), zone di rifugio dove sopravvissero specie vegetali che, grazie all'isolamento, poterono differenziarsi in specie endemiche.

Sulla presenza delle specie vegetali termofile mediterranee ebbero però un ruolo determinante le vicende climatiche del Postglaciale, cioè il periodo dopo l'ultima glaciazione che dura dal 15000 a.C. e che può essere diviso nelle tre fasi climatiche: *anatermica* (di graduale miglioramento climatico, dura fino al 7000 a.C.), *ipsotermica* (periodo di optimum climatico, secco all'inizio e poi con umidità crescente, dura 3000 anni), *catatermica* (fresca e umida all'inizio, più continentale poi).

Per quanto riguarda l'evoluzione della vegetazione possiamo da tundra a steppa e poi a taiga nella fase anatermica, mentre nella ipsotermica si espande il bosco a latifoglie e le querce arrivano fino a 1500-1600 m di altezza e si ha la massima espansione delle specie mediterranee (MARCHESONI, 1958). Col peggioramento climatico nella fase

catatermica si ha una riduzione delle foreste e gli elementi termofili mediterranei sopravvissero come relitti solo nelle zone presentanti condizioni climatiche o microclimatiche adatte. Il leccio si può considerare quindi come relitto xerotermico terziario.

Circa l'origine delle stazioni di *Quercus ilex* L., resta comunque difficile stabilire in quale zona il leccio sia spontaneo o inselvatichito. In seguito a studi palinologici (LONA, BERTOLDI & BONATTI, 1965) la presenza del leccio è stata provata a nord del Monte Baldo, a Loppio, già 500 a.C. e ghiande carbonizzate sono state ritrovate nei sedimenti palafitticoli di Molina di Ledro risalenti al 1200-1100 a.C.

LA SITUAZIONE DELLA VEGETAZIONE NEL BASSO SARCA

Ad Arco sono rilevabili ampie distese di lecceta, che costituiscono una continuazione delle situazioni della costiera gardesana, soprattutto sui pendii scoscesi calcarei delle alture che costituiscono la «chiusura» a nord del bacino gardesano, fino al Lago di Toblino (MARCHESONI, 1958 e 1962).

Tali censosi si alternano ad affioramenti rocciosi con flora mista mediterranea-submediterranea e subalpina. L'associazione fondamentale potrebbe essere l'*Orno-Ostryetum carpinifoliae*, subassociazione *Querceto-sum ilicis*, tipica di una situazione mesofila che è messa in evidenza anche dalla presenza, in situazioni rupestri non molto distanti da Arco, ma non ad Arco, di *Taxus baccata* L. e *Ilex aquifolium* L. Queste due specie a carattere fondamentalmente oceanico o atlantico, mostrano come l'evoluzione verso situazioni meno termofile preveda uno spostamento climatico particolare.

Se da una parte, infatti, il leccio spesso si collega nei piani superiori degli orizzonti mediterranei, alla fascia caratterizzata all'agrifoglio e dal tasso, come per esempio in Sardegna e Sicilia nell'ambito di una dinamica strettamente mediterranea, ai limiti inferiori siamo invece in presenza di una vegetazione di sostituzione, con gli aspetti termofili e xerotermofili tipici della degradazione della macchia sempreverde mediterranea (LORENZONI et al., 1986).

Nella zona di Arco la degradazione dei popolamenti a leccio porta nel miglior dei casi all'insediamento di una vegetazione caratterizzata da specie orientali, quali *Paliurus spina-christi* MILLER, *Rhus cotinus* L. accompagnate da alcune graminacee tipicamente steppeiche.

Un'ulteriore degradazione di questa formazione con arbusti è una vegetazione erbacea attribuibile alla classe *Festuco-Brometea*, in pratica ai meso- e xerobrometi e, o, ai festuceti a *Festuca ovina* L.s.s. e *Festuca valesiaca* SCHLEICHER EX GAUNDIN. In tali ambienti aperti si nota una notevole facilità di rinnovamento del leccio, che è rappresentato da numerosissime plantule; va infatti ricordato che la rinnovazione, in una situazione del genere, avviene molto più facilmente fuori dai cespugli di leccio che al loro interno.

Quindi da un insieme di considerazioni, sia sulla composizione floristica delle censosi a leccio, sia sul loro dinamismo, che risulta essere ancora meno termofilo di quello del settore gardesano-orientale (dove le specie presenti nella lecceta o nella zona ad essa connessa hanno carattere di maggior mediterraneità), la vegetazione rilevata ad Arco non può essere assolutamente ascritta a tipi vegetazionali della macchia mediterranea.

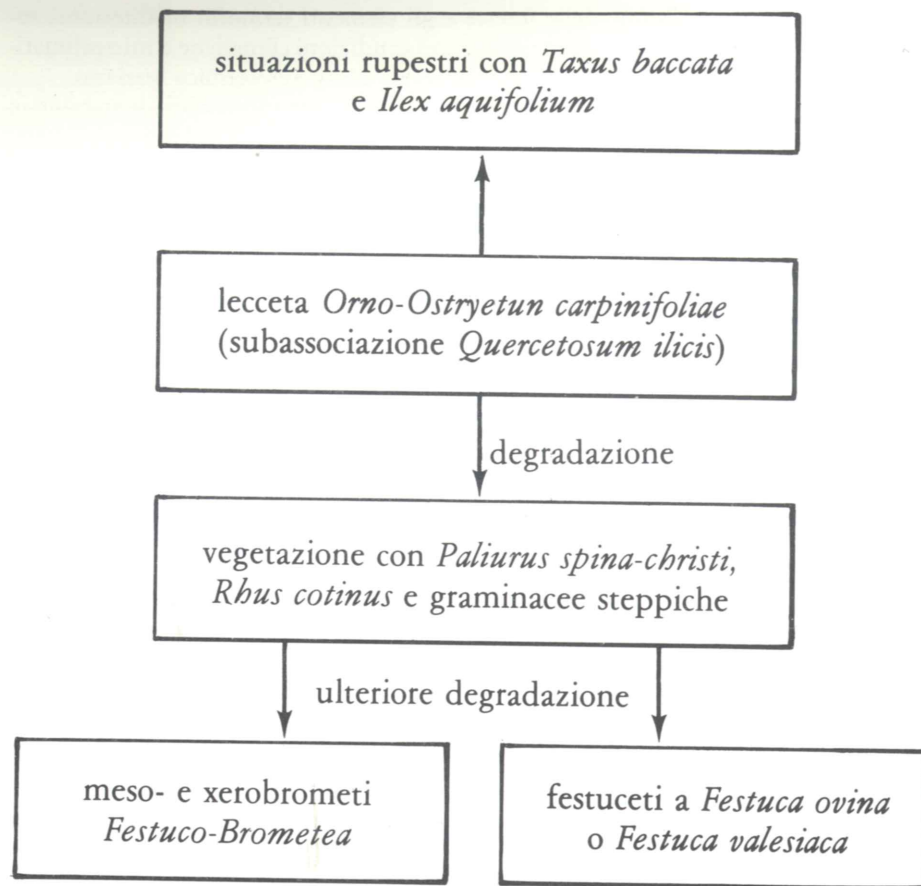


Fig. 2 - Dinamismo schematizzato delle cenosi gravitanti sulla lecceta nella zona di Arco.

Possiamo quindi pensare che esista una specie di gradiente dalla costa veneta al Trentino, con una diminuzione verso l'alto delle specie termofile mediterranee presenti nelle zone costiere e sui colli Euganei; tale diminuzione è mitigata nella zona strettamente gardesana dall'azione termoregolatrice del lago di Garda, che però non si fa sentire in modo determinante sull'attuale contingente floristico naturale del Basso Sarca.

È utile in questo contesto ribadire il concetto di «naturale», in quanto la presenza dell'olivo, per esempio, può sembrare una smentita a quanto detto finora: in una situazione di ambiente mesofilo submediterraneo, inserita in un piano submontano, mentre le specie naturali spontanee sono strettamente condizionate dal clima e dalla storia, l'olivo, invece imposto dall'azione dell'uomo in particolari condizioni microclimatiche favorevoli, può svilupparsi anche in condizioni limite. Esso non costituisce perciò un elemento determinante per la valutazione fitoclimatica.

CONCLUSIONI

Al fine di trarre delle conclusioni sul motivo della permanenza del leccio nella zona di Arco, si cerca di sintetizzare quanto di più saliente è stato fornito a proposito dalle analisi precedenti.

Dallo studio del clima risulta che ci troviamo in una zona che, grazie alla presenza del lago di Garda, presenta una temperatura mite, di tipo submediterraneo, particolarmente in inverno, e quindi adatta alla sopravvivenza delle specie xerofile.

I rari inverni di freddo particolarmente intenso, come ad esempio il 1984-85 (che accadono in media ogni 10-12 anni), non riescono a danneggiare in modo grave le specie di sclerofille mediterranee come ad esempio il leccio, mentre danneggiano senz'altro le specie mediterranee che troviamo nelle altre zone del Veneto.

Dal punto di vista ecofisiologico, in seguito all'analisi dei vari fattori e coefficienti che ci forniscono una misura della resistenza del leccio allo stress da siccità, ma soprattutto da basse temperature (che costituiscono il fattore limitante la propagazione delle sclerofille mediterranee al di fuori del loro areale originario), emerge una capacità di sopportare situazioni climatiche-limite molto più forte che nelle specie mesofile che dovrebbero costituire la componente climatica della zona. Questo diverso comportamento costituzionale del leccio, in rapporto alle sollecitazioni climatiche, è pure evidenziabile dal punto di vista della composizione della vegetazione: si nota infatti che il leccio nella zona è in competizione con le specie caduci-foglie e si inserisce come specie differenziale in situazioni vegetazionali completamente diverse dalla lecceta.

Possiamo concludere che il leccio, pur essendo considerato in generale la specie più caratteristica dell'ambiente mediterraneo non può essere considerato specie stenomediterranea, bensì eurimediterranea, in quanto si adatta a vivere in una varia gamma di ambienti: da ambienti aridi e termoxerofili, fino ai piani dove alla vegetazione mediterranea si sostituisce quella montana o addirittura prealpina.

Si tratta quindi di una specie molto plastica, estremamente adattabile. Si deve inoltre tener conto del fatto che la presenza del leccio in ambienti limite (come nella zona di Arco) oltre che alla sua plasticità, alla storia (o paleostoria), alla utilizzazione di situazioni microclimatiche favorevoli, è dovuta anche ad una caratteristica di sciafilia che si manifesta normalmente nelle zone stenomediterranee.

Il leccio predilige cioè in tali zone, formazioni nelle quali costituisce uno strato arboreo anche continuo sopra al quale si dispone un altro strato arboreo più alto che mitiga l'insolazione. Esso si comporta, in tali situazioni, da specie sciafila anche per quanto riguarda la germinazione delle ghiande: essa avviene di norma all'interno della boscaglia a leccio, mentre nella zona di Arco ed anche in alcune zone del Veneto si ha germinazione all'esterno della boscaglia compensando così la minor disponibilità di luce e le temperature più basse rispetto alle zone mediterranee.

Sfruttando l'insieme di questi adattamenti il leccio è riuscito, e riesce a tutt'oggi, a sopravvivere in ambienti non perfettamente consoni alle sue caratteristiche, ma d'altra parte nemmeno talmente estremi da impedirne la presenza e lo sviluppo.

Possiamo quindi concludere che il leccio è presente nella zona di Arco come singola specie eurimediterranea plastica, non come specie caratterizzante fitosociologicamente una vegetazione di tipo mediterraneo.

BIBLIOGRAFIA

- ARIETTI N., 1965 - Le colonie mediterraneo-termofile benacensi nel quadro dell'equilibrio biologico della vegetazione. *Comun. Ateneo*, Brescia, (1964).
- AA.VV., 1975 - La geologia del territorio gardesano. *Centro studi e ricerche Technital*.
- CADROBBI M., 1961 - Guida geologica del Basso Sarca. *Soc. Mus. Civico*, Rovereto, 72: 136 pp., II Tav..
- GORFER A., 1983 - Le valli del Trentino. Trentino Occidentale. *Ed. Manfrini*, Calliano di Trento.
- LARCHER W., 1963 - Orientierende Untersuchung über das Verhältnis von CO₂ - Aufnahme zu Transpiration bei fortschreitender Bodenaustrocknung. *Planta (Berl.)*, 80: 75-97.
- LARCHER W., 1969 - Zunahme des Frostabhärtungsvermögens von *Quercus ilex* im Laufe der Individualentwicklung. *Planta (Berl.)*, 88: 130-135.
- LARCHER W., 1979 - *Clima e vegetazione di Arco*. *Az. Aut. di Soggiorno di Arco*, 2^a edizione.
- LARCHER W., 1981 - Low temperature effects on mediterranean sclerophylls: an unconventional viewpoint. *Proc. of the Int. symposium on photosynthesis, primary production and biomass utilization in Mediterranean type ecosystems, held in Cassandra*. Greece.
- LARCHER W., 1984 - Ökologie der Pflanzen. *Verl. E. Ulmer*, Stuttgart.
- LARCHER W. & MAIR B., 1969 - Die Temperaturresistenz als Ökophysiologisches Konstitutionsmerkmal: 1. *Quercus ilex*, und andere Eichenarten des Mittelemeergebietes. *Oecol. Plant.* 4: 347-376.
- LONA F., BERTOLDI R. & BONATTI E., 1965 - Osservazioni preliminari nell'immigrazione del *Quercus ilex* nelle zone del Lago di Garda. *Natura Alpina*, 2: 39-45.
- LORENZONI G.G., MARCHIORI S., CHIESURA LORENZONI F., TORNADORE N. & CANIGLIA G., 1986 - Indagine sulle serie dinamiche delle cenosi a *Quercus ilex* L. nelle regioni venete. *Not. Fitosoc.* 19 (2): 123-146.
- MARCHESONI V., 1958 - Aspetti mediterranei lungo il margine meridionale delle Alpi con particolare riguardo al settore prealpino antistante al bacino atesino. *Studi Trentini Sc. Nat.*, 35, (2-3): 47-69, Trento.
- MARCHESONI V., 1959 - Aspetti fitogeografici del Trentino e dell'Alto Adige, *Monti e Boschi*, 7-8: 305-310.
- MARCHESONI V., 1962 - Escursione della Società Botanica Italiana nel Trentino occidentale. *Giorn. Bot. Ital.*, 69: 343-358.
- PIGNATTI S., 1959 - Fitogeografia, in Cappelletti «*Trattato di botanica*» UTET, Torino.
- TECHNITAL, 1975 - La geologia del territorio gardesano. *Centro studi e ricerche Technital*.
- WALTER H., 1968 - Die Vegetation der Erde in ökophysiologischer Betrachtung. Band II, die gemäßigten und arktischen Zonen. *VEB Fischer*, Jena.
- WEINMANN R., 1967-68 - Ökophysiologische Untersuchungen an immergrünen und sommergrünen Holzpflanzen im nordlichen Gardaseegebiet (monte Brione bei Riva). *Dissertation Zur Erlangung des Doktorgrades. Universität Innsbruck*.

Indirizzo dell'autore:

Firenze Tisi

Coll. Est. Dipartimento di Biologia - Sez. Geobotanica - Università di Padova
