# L. FEOLI CHIAPELLA, P. GANIS

2

# ANALISI DI GRADIENTE ALTITUDINALE IN FAGGETE DEL M. PURA (ALPI CARNICHE)\*

# ELEVATION GRADIENT ANALYSIS IN BEECHWOODS OF M. PURA (CARNIC ALPS)

Riassunto breve - Questo studio analizza la variazione della vegetazione delle faggete del versante meridionale del M. Pura (Ampezzo, Udine) lungo il gradiente altitudinale. Sono stati utilizzati sia il metodo diretto che il metodo indiretto. La risposta della vegetazione è stata descritta.

Parole chiave: Altitudine, Fagetalia, Gradiente, Ordinamento, Seriazione.

**Abstract** - This study analyzes the variation of beechwoods on the Southern slopes of M. Pura (Ampezzo, Udine) along the elevation gradient. Both the direct method and the indirect one were applied. The response of the vegetation composition has been described.

Key words: Elevation, Fagetalia, Gradient, Ordination, Seriation.

#### Introduzione

Questo lavoro analizza la variazione delle faggete del versante meridionale del M. Pura (Ampezzo, Udine), che dà sull'ampia valle del Tagliamento, lungo un gradiente altitudinale. Il substrato della zona considerata è formato da dolomie e calcari dolomitici e il terreno presenta spesso una notevole quantità di scheletro affiorante. Il clima della zona può rientrare nel tipo climatico centroeu-

<sup>\*</sup> Il lavoro è stato eseguito con contributo CNR «Programma finalizzato Promozione Qualità dell'Ambiente».

ropeo secondo REHDER (1965); solo la zona immediatamente sopra il paese di Ampezzo potrebbe rientrare in un tipo climatico di transizione tra quello vallivo insubrico e quello centroeuropeo. In fig. 1 A viene presentato il climadiagramma di Tolmezzo secondo WALTER. Tolmezzo è risultata essere la località più vicina con dati climatici completi.

Secondo POLDINI (1974) la zona del M. Pura può essere inquadrata fitogeograficamente nel sistema mesocarnico. Le faggete di questa zona presentano varie specie a distribuzione sudesteuropea, che imprimono loro un certo carattere illirico. Si tratta di faggete presumibilmente inquadrabili in più associazioni. Comunque la sintassonomia delle faggete delle Alpi Carniche è ancora in studio.

L'analisi dei gradienti è stata introdotta in modo sistematico in ecologia da WHITTAKER (1967). Gli studi che sono stati fatti in questo campo sono però soprattutto di carattere metodologico e solo pochi presentano dei risultati basati su dati reali. Nella maggioranza dei casi le metodologie sono state discusse sulla base di cenoclini simulati (GAUCH & WHITTAKER, 1976). La rappresentazione del cenocline avviene con una serie di curve di risposta di entità biologiche (specie, forme biologiche, gruppi corologici) ad un fattore ecologico, semplice o complesso. Una recente descrizione dell'analisi dei cenoclini è stata effettuata da FEOLI et al. (1981).

Per il nostro studio è stato usato sia il metodo diretto che il metodo indiretto. Il metodo diretto analizza la risposta delle entità biologiche rispetto al variare del fattore ecologico considerato, mentre il metodo indiretto analizza le risposte lungo assi che sono determinati sulla base della combinazione delle entità stesse. Questi assi rappresentano sempre una combinazione di più fattori ecologici poichè la fitocenosi rilevata è sempre il risultato dell'interazione tra specie e tutti i fattori ambientali. Una recente descrizione dei metodi di ordinamento per l'analisi indiretta dei gradienti è stata fatta da ORLOCI (1978). I metodi diretto ed indiretto sono stati confrontati per valutare quale dei due dia una descrizione più precisa del trend di variazione della vegetazione.

#### Materiali e metodi

Quattordici rilievi sono stati eseguiti con il metodo di Braun-Blanquet, fra

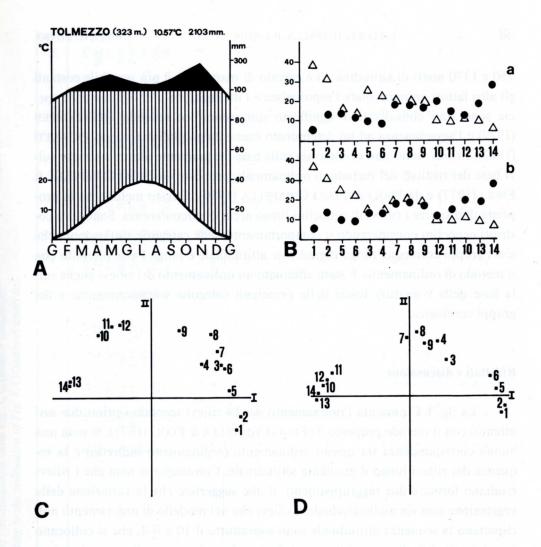


Fig. 1, A - Diagramma termopluviometrico della zona di Tolmezzo.

- Climadiagram of the zone of Tolmezzo.

Fig. 1, B - Cenocline del Fagion sylvaticae (△) e del Querco-Fagetea (●) secondo la sequenza altitudinale (a) e secondo l'arco dell'ordinamento indiretto di Fig. 1, C (b).

Coenocline of Fagion sylvaticae (△) and of Querco-Fagetea (●) along the elevation sequence (a) and according to the arc of indirect ordination of Fig. 1, C (b).

Fig. 1, C - Ordinamento indiretto dei 14 rilievi sulla base delle specie.

- Indirect ordination of the 14 relevés on the basis of the species.

Fig. 1, D - Ordinamento indiretto dei 14 rilievi sulla base delle categorie sintassonomiche.

- Indirect ordination of the relevés on the basis of the syntaxonomic groups.

750 e 1370 metri di altitudine. Si è cercato di mantenere il più possibile costanti gli altri fattori, in particolare l'esposizione e l'inclinazione. Per ognuna delle specie sono stati considerati il significato sintassonomico secondo OBERDORFER (1979) e l'appartenenza ad un determinato elemento geografico secondo PIGNATTI (1982). I rilievi sono stati ordinati sia sulla base del gradiente altitudinale che sulla base dei risultati del metodo di ordinamento proposto da FEOLI CHIAPELLA & FEOLI (1977) e da FEOLI & FEOLI CHIAPELLA (1980). Questo metodo ha la proprietà di disporre i rilievi di cenoclini lungo archi di circonferenza. Sono stati costruiti cenoclini considerando il comportamento delle categorie sintassonomiche e dei gruppi corologici lungo il gradiente altitudinale e lungo l'asse ottenuto con il metodo di ordinamento. È stato effettuato un ordinamento dei rilievi anche sulla base della copertura totale delle principali categorie sintassonomiche e dei gruppi corologici.

### Risultati e discussione

La fig. 1 C presenta l'ordinamento dei 14 rilievi secondo i primi due assi ottenuti con il metodo proposto da FEOLI CHIAPELLA & FEOLI (1977). Si nota una buona corrispondenza tra questo ordinamento (ordinamento indiretto) e la sequenza dei rilievi lungo il gradiente altitudinale. Comunque si nota che i rilievi risultano formare due raggruppamenti, il che suggerisce che la variazione della vegetazione non sia molto graduale. I rilievi che nel modello di ordinamento non rispettano la sequenza altitudinale sono soprattutto il 10 e il 4, che si collocano tra rilievi di altitudine sensibilmente inferiore. La spiegazione di questo comportamento può essere trovata nel fatto che questi rilievi presentano un affioramento di scheletro notevolmente più alto (60%, 30%) dei rilievi di simile altitudine. La maggior quantità di scheletro provocherebbe una maggiore aridità del substrato che permetterebbe l'instaurarsi di specie più termofile come Ostrya carpinifolia, Fraxinus ornus, Quercus petraea, Viburnum lantana, Coronilla emerus, Clematis vitalba. La tab. I presenta i rilievi ordinati secondo il metodo di analisi indiretta; osservando la distribuzione delle specie si conferma la suddivisione dei rilievi in due gruppi principali.

La fig. 1 B rappresenta i cenoclini delle categorie sintassonomiche più si-

Rilievi ordinati secondo l'ordinamento della Fig. 1, C (analisi indiretta). Relevés seriated according to the ordination of Fig. 1, C (indirect analysis). 1 1 Tab. I

N° rilievo		2	S	9	ю	4	7	∞	6	12	=	10	13	4
altezza (m s. l. m.) (x10) esposizione inclinazione in ° superficie copertura vegetale copertura lettiera copertura sassi N° specie	137 ENE 45 100 100 80 20 37	136 E 45 100 100 100 49	114 35 100 100 95 20 33	112 30 100 100 25 35	122 ESE 33 150 95 95 10	ESE 25 100 100 30 30	107 100 100 100 15 43	104 ESE 20 100 100 100 40 36	95 100 90 90 48	85 30 100 100 90 50 31	86 150 90 90 35 35	95 100 100 100 60 85 85	76 30 150 100 50 10 36	75 SSE 25 25 100 100 70 60 60
Specie caratteristiche di Fagion Fagus sylvatica L. Luzula nivea (L.) L. Acer pseudoplatanus L. Prenanthes purpurea L. Dentaria enneaphyllos L. Vernica urticifolia Jacq. Lonicera alpigena L. Gentiana asclepiadea L. Aruncos dioicus (Walter) Fernald Actaea spicata L. Abies alba Mill. Cardamine trifolia L. Taxus baccata L. Lonicera nigra L.	v++w-+ w+++	~++ ++++	v +-+++	++	v + + +	w + +	v + + + + +	4	4++-++	vo .	4 + + +	<b>v</b>	4	4
Specie caratteristiche di Fagetalia Euphorbia dulcis L. Daphne mezereum L. Galium laevigatum L. Mercurialis perennis L. Epipactis helleborine (L.) Cr. Viola reichenbachiana Jord. ex Boreau Carex digitata L. Lilium martagon L. Dirpopteris filix-mas (L.) Schott Valeriana tripteris L. Lamiastrum flavidum (F. Herm.) Ehrend. Galium odoratum (L.) Scop. Lathyrus vernus (L.) Bernh.	++++ + +++ +	++-+	++- ++ +	++++ +	+ ++	+++0+ ++	++++ + +	+++-++	+++++++++	+++ + +	++ +++	+ +-+ ++	++ +++	++ +
Farts quaarijona L. Epilobium montanum L. Aposeris foetida (L.) Less. Polygonatum multiflorum (L.) All.	+ +	+ +	+	- +		+							= .	

N° rilievo		2	S	9	3	4	7	8	6	12	=	10	13	4
Ranunculus lanuginosus L. Pulmonaria officinalis L. Phyteuma spicatum L. Neottia nidus-avis (L.) Rich. Athyrium filix-femina (L.) Roth		++++			The second second	t is true to	and the management	prior and	Ppoint gdg7	· ha nasorder	(1979) e l'a	plushnijati ure sodo s	7,50k a 1,3700	lfer +
Specie caratteristiche di Querco-Fagetea Cyclamen purpurascens Mill. Hepatica nobilis Schreb. Anemone triolia L. Fragaria vesca L. (incl. F. moschata Duchesne) Mycelis muralis (L.) Dum. Hieracium sylvaticum (L.) L. Cephalanthera longifolia (L.) Fritsch Salvia glutinosa L. Campanula trachelium L. Coryulus avellana L. Coryulus avellana L. Melica nutans L. Hedera helix L. Brachypodium sylvaticum (Huds.) PB.	Linguista et a qualità dell'ampe	+++++	+ +	-+++	+++ +	la divertita industriale proper	-++-+ + +	-++-+-+	+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++	-+ ++++	-++++++	-+- +++++ +		+ +++ - +0++
Specie caratteristiche di Carpinion Rosa arvensis Huds. Cruciata glabra (L.) Ehrend. Vinca minor L. Lamium orvala L. Melampyrum nemorosum L.		a location + care	erten ja	n <del>el</del> w gg		ati stegore #8	+++	e had beginning	++++	+++ -	+ +	+ +	++	+++
Specie caratteristiche di Quercion pubescentis, Orno-Ostryon e Quercetalia pubescentis Melittis melissophyllum L. Sorbus aria (L.) Crantz Laburnum anagyroides Med. Fraxinus ornus L. Ostrya carpinifolia Scop. Ostrya carpinifolia Scop. Peterdium aquilinum (L.) Kuhn Asparagus tenuifolius Lamk. Hypericum montanum L.	stryon e + +	Quero	etalia j + +	t + +	entis +	Secure-	+++++	er fra Neika blak ved 15 17ah Tilkon Che	+++++	+ ++	++ + ++	0+-	++ ~~+	7m+ +

Specie caratteristiche di Erico-Pinion ed Erico-Pinetalia Carex alba Scop. Aquilegia atrata Koch Erica herbacea L. Polygala chamaebuxus L.	+6	+-+	da de la come		a attroversma	0+++	- m +	+4+++	++	-+-+	-+ +	All Desputies	7	71 -	
Specie caratteristiche di Vaccinio-Piceion, Vaccinio-Piceetalia e Vaccinio-Piceetea Maianthemum bifolium (L.) F. W. Schmidt + + + + + + + + + + + + + + + + + + +	etalia e + + + +	Vaccii + +	nio-Pic	eetea + + + 1	++ +	applied has comp	++	asalta malat, sia	++		kallah ekogás ti		r. unoverages, cesteren las libert, oberagener		
Specie caratteristiche di Berberidion e Prunetalia Rubus canescens DC. Rhamnus catharicus L. Viburnum lantana L. Clematis vitalba L. Coronilla emerus L. Viburnum opulus L. Ligustrum vulgare L. Amelanchier ovalis Med. Crataegus monogyna Jacq. Cornus sanguinea L. Tamus communis L.	representa almanda de la composición del composición de la composición del composición de la composici	chur+'+e-oligi smeomagal a	udino maggaviri A ex hum Ungalacia la phishman (3 n)a	nom, solt d <b>+</b> nlang • regin	nil m pisere specie di la + + + + + + + + + + + + + + + + + + +	nyra+ sa + ala m+ sal anhiba / 8)	enterple (Bears apenditely als Services are services and Bulan	ndoba + tebaga and H adoba	-++ +	as amoresam ma em mongros. Sentan ministración de alla	ruidente perde 1 + + + +	gut the metats assumed and	+ ++ + +++	+++ + +	
Compagne Solidago virgaurea L. Cirsium erisithales (Jacq.) Scop. Betonica alopecuros L. Gentiana cruciata L. Rubus idaeus L. Laserpiium latifolium L. Chamaecytisus hirsutus (L.) Lk. Aconitum paniculatum Lam.	soluta e umado la pi n vidualiste come L	2000 <b>-</b> 1 + 1 + 1 + 1 0 5 20	+ -+ +	revola piecoli++mi	di maggiore alcituca lente mbeva da altexa	+ + + + +	+++ ++	om + + 100 of 1049000	++	ngitanna nintan	the entreprise all objects	sonot Panaturatus	gerdans dissipalle stations Manmatan attata a caracter	+ +	

Sporadiche: Clinopodium vulgare L. + (10), +(13); Adenostyles glabra (Mill.) DC. +(1), +(2); Oxalis acetosella L. 1(1), +(2); Teucrium chamaedrys L. +(12); Galium album Mill. +(3), +(11); Geranium robertianum L. +(1), +(9); Serratula tinctoria L. +(8); Lilium bulbiferum L. 1(14); Dactylis glomerata L. +(8); Stachys labiosa Bertol. +(11); Lembotropis nigricans (L.) Griseb. +(11); Peucedanum rablense (Wulf.) Koch +(13); Vincetoxicum hirundinaria Moench. +(14); Buphthalmum salicifolium L. +(12).

gnificative: Fagion sylvaticae e Quercetalia pubescentis, costruiti sulla base rispettivamente della sequenza altitudinale e dell'ordinamento indiretto. I cenoclini secondo l'analisi indiretta risultano essere più rappresentativi di quelli costruiti secondo la sequenza altitudinale perchè le curve di risposta delle categorie sintassonomiche sono meno soggette ad oscillazioni. La copertura del Fagion sylvaticae aumenta mentre quella del Quercetalia pubescentis decresce con l'aumentare dell'altitudine.

La fig. 1 D presenta l'ordinamento dei 14 rilievi sulla base della copertura delle categorie sintassonomiche. Il suo andamento risulta molto simile a quello dell'ordinamento sulla base delle specie. Il gruppo di rilievi eseguiti ad altitudine maggiore, già individuato dall'ordinamento in base alla specie, risulta in questo ordinamento ulteriormente suddiviso in due sottogruppi, l'uno comprendente rilievi di maggiore altitudine, con varie specie di *Vaccinio-Piceetea*, l'altro comprendente rilievi di altezza minore con varie specie di *Carpinion*. La sequenza subisce solo piccole variazioni; solo il rilievo 9 risulta notevolmente spostato verso i rilievi eseguiti ad altitudine maggiore. Anche in questo caso il fattore responsabile sembra essere la petrosità, la più bassa (5%) di tutti i 14 rilievi, che, forse assieme ad un'esposizione leggermente più a Nord, determinerebbe un aumento di mesofilia e quindi la presenza rispetto ai rilievi di altezza simile di specie del *Fagion sylvaticae* come *Prenanthes purpurea*, *Veronica urticifolia*, *Acer pseudoplatanus*, *Luzula nivea*, di *Vaccinio-Piceetea* come *Sorbus aucuparia* e di *Fagetalia* come *Galium odoratum*.

Se consideriamo l'andamento dei gruppi corologici lungo il gradiente altitudinale o secondo l'ordinamento effettuato, solo le specie mediterranee, le circumboreali e le orofite centrosudeuropee mostrano un andamento abbastanza regolare, le prime decrescendo e le altre aumentando con l'aumentare dell'altitudine. Gli altri gruppi corologici mostrano un andamento oscillante. Questo fatto determina una completa assenza di corrispondenza tra l'ordinamento dei rilievi in base ai gruppi corologici e la sequenza altitudinale.

#### Conclusioni

Il gradiente altitudinale, pur mantenendo quasi costanti l'esposizione e

l'inclinazione, non riesce a neutralizzare completamente gli effetti di altri fattori. Infatti l'analisi indiretta non riproduce perfettamente la sequenza altitudinale. L'aumento della percentuale di scheletro nel terreno, incrementando l'aridità dell'ambiente, favorisce la risalita di specie termofile; all'opposto un'assenza o quasi di scheletro, aumentando l'umidità dell'ambiente, favorisce la discesa di specie generalmente presenti ad altitudini maggiori. Le categorie sintassonomiche subiscono oscillazioni con l'analisi diretta del gradiente, mentre questo fatto si attenua nell'analisi indiretta. Dato che i rilievi tendono a formare due gruppi principali, dei quali quello comprendente i rilievi con altitudine inferiore può essere provvisoriamente attribuito all'Ostryo-Fagetum Wraber e quello dei rilievi di altezza superiore all'Anemoni trifolio-Fagetum Tregubov (POLDINI, in verbis), sembra che la risposta della composizione della vegetazione in funzione dell'altitudine non sia del tutto graduale.

## Ringraziamenti

**GAMFSNU 2 (1980)** 

Ringraziamo sentitamente il prof. L. Poldini, il prof. S. Pignatti e il prof. E. Feoli per i suggerimenti dati durante la stesura del lavoro.

Manoscritto pervenuto il 30.XI.1980.

SUMMARY – This study analyzes the variation of beechwoods, on the Southern slopes of M. Pura (Ampezzo, Udine) along an elevation gradient. Both the direct method and the indirect one were applied. For each species we have taken in consideration the syntaxonomic significance and the belonging to a certain geographical element.

The correspondence of the indirect ordination on the basis of the species with the altitudinal sequence did not result quite perfect; in particular the increase of stoniness in the ground, while augmenting the barrenness of the environment, favours the reascending of thermophylous species, while a low percentage of stoniness, augmenting the environment moisture, favours the descent of species generally present on higher elevations.

The coenoclines of syntaxonomic groups, according to indirect analysis, seem to be more representative than the ones according to the altitudinal sequence (direct analysis) because the response curves are less subject to oscillations.

The ordination on the basis of the covering of syntaxonomic groups presents a trend that is very similar to the one on the basis of species. Whereas the ordination on the basis of chorological groups presents no correspondence with the altitudinal sequence.

The tendency, expressed in the various ordinations, of relevés to gathering in groups

induces us to believe that the response of the vegetation composition in reference to elevation is not wholly gradual.

## Bibliografia

- FEOLI E., BIONDANI F. & LAGONEGRO M., 1981 Individuazione di cenoclini nell'analisi indiretta di gradienti. I Congresso Nazionale di Ecologia (in stampa).
- FEOLI E. & FEOLI CHIAPELLA L., 1980 Evaluation of ordination methods through simulated coenoclines: some comments. *Vegetatio*, 42: 35-41.
- FEOLI CHIAPELLA L. & FEOLI E., 1977 A numerical phytosociological study of the summits of Majella massive (Italy). *Vegetatio*, 34: 21-39.
- GAUCH H.G. jr. & WHITTAKER R.H., 1976 Simulation of community patterns. Vegetatio, 33: 13-16.
- Oberdorfer E., 1979 Pflanzensoziologische Exkursions-flora. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Orloci L., 1978 Multivariate analysis in vegetation research. *Junk*, The Hague, 2nd ed. Pignatti S., 1982 Flora d'Italia. *Edagricole*, Bologna.
- Poldini L., 1974 Primo tentativo di suddivisione fitogeografica delle Alpi Carniche. *In Alto*. 58: 257-279.
- Rehder H., 1965 Die Klimatypen der Alpenkarte in Klimadiagramm-Weltatlas (Walter u. Lieth) und ihre Beziehungen zur Vegetation. Flora Abt. B, 156: 78-93.
- WHITTAKER R.H., 1967 Gradient analysis of vegetation. Biol Rev., 49: 201-264.

Indirizzo degli Autori - Authors' address:

<sup>-</sup> Dr. Laura FEOLI CHIAPELLA

Dr. Paola GANIS
 Istituto ed Orto Botanico dell'Università degli Studi

Sal. Monte Valerio 14, I-34127 TRIESTE