

## La composizione minerale della vegetazione degli affioramenti ofiolitici dell'alta Valle di Ayas

ORNELLA VERGNANO GAMBÌ

ROBERTO GABBRIELLI

Laboratorio di Fisiologia vegetale

Istituto Botanico,

Università di Firenze

Le uniche informazioni sulla vegetazione degli affioramenti ofiolitici della Valle d'Aosta risalgono a VACCARI che, in un lavoro del 1903, prende in considerazione la flora delle serpentine in un'area compresa tra il vallone del Ponton (Chambave) e le parti più alte delle valli di Champdepraz e Champorcher, notando il carattere estremamente povero di tale vegetazione e la presenza di alcune forme speciali tra cui *Saxifraga varians* Sieb. var. *intermedia* Koch forma *glabra*, che presenta quindi una delle tipiche serpentinomorfofi (MESSERI, 1936; PICHI SERMOLLI, 1948), cioè la glabrescenza. In un successivo lavoro sulla flora nivale del Monte Rosa (VACCARI, 1912) osserva che la ricchezza della flora di quest'area è probabilmente dovuta anche alla presenza di rocce di natura molto varia, tra cui prasiniti e serpentine. Ma a parte queste osservazioni, nonostante il grande interesse suscitato dalla vegetazione degli affioramenti ofiolitici delle Prealpi (MUSSA, 1908 e 1937; RIGOTTI, 1930), nessun altro lavoro è stato condotto nelle Alpi Occidentali, in cui gli affioramenti di rocce basiche sono notevolmente estesi e diffusi.

Così per quanto riguarda la composizione minerale delle piante di questi substrati, che sono ricchi di metalli pesanti, come nichel, cobalto e cromo, mentre numerosi sono tali indagini sulle piante degli affioramenti ofiolitici dell'Appennino (MINGUZZI e VERGNANO, 1948 e 1953; VERGNANO, 1958 e 1966, SASSE, 1979), nessun dato esiste per la Valle d'Aosta. Per questa ragione abbiamo iniziato alcune ricerche sul contenuto in metalli pesanti della vegetazione delle serpentine delle valli di Challant e di Ayas; da questi risultati è emerso che i campioni vegetali raccolti nella Valle di Challant a Graines, Fenilia e Salamon, hanno tutti una bassa concentrazione di nichel, cobalto e cromo, ad eccezione del solo *Alyssum argenteum* All. che, come per i campioni della stessa specie raccolti sull'Appennino (VERGNANO GAMBÌ *et al.*, 1979), presenta un forte accumulo di nichel. Le piante provenienti invece dalla morena destra del ghiacciaio di Verra (Fig. 1), formata prevalentemente da serpentiniti antigoritiche (DAL PIAZ, 1969), sono tutte particolarmente ricche in nichel, cobalto e cromo e in alcuni casi (*Thlaspi*, *Cardamine*, *Luzula* e *Linaria*) la

concentrazione fogliare, soprattutto del nichel, risulta eccezionale, superando le 1000 ppm di Ni sul secco, mentre nell'Appennino solo *A. argenteum* All. e *A. bertolonii* Desv. superavano questo valore. Il maggior assorbimento di nichel da parte delle piante della morena è anche correlato con un più alto contenuto di nichel facilmente solubile presente in questo substrato.

In questa ricerca abbiamo voluto verificare se la forte capacità di accumulo di nichel fosse una caratteristica specifica di alcune piante e pertanto osservabile anche in altre località della zona, e quale fosse l'entità della variazione nell'accumulo da un'annata a un'altra. A questo scopo, nell'area che aveva fornito i dati più interessanti, sono state individuate diverse zone (Fig. 1), a cui è stato esteso il campionamento, aumentando anche il numero delle specie da esaminare e confrontando i dati raccolti precedentemente (1977 e 1978) con quelli ottenuti in altre annate.

Contemporaneamente all'analisi della concentrazione di nichel, cobalto e cromo si è esaminata anche quella in calcio, magnesio, ferro e manganese, essendo questi alcuni degli elementi che rivestono un particolare interesse nel metabolismo delle piante adattate ai substrati ofiolitici

## MATERIALI E METODI

### *Località di raccolta*

I campioni di piante e di terreno furono prelevati nei mesi di luglio e agosto del 1979, sull'affioramento ofiolitico della Rocca di Verra, in corrispondenza: 1) della morena destra, in tre stazioni diverse (crinale, parte settentrionale, parte centrale) comprese tra 2 400 e 2 700 m d'altezza; 2) della morena sinistra, che si estende fino a quota più bassa (m 2 200) e che è di meno recente formazione; 3) del colle della Bettaforca (m 2 700) sui due versanti est e ovest. Un altro campionamento 4) fu effettuato in località Ostafa (m 2 500), sopra Champoluc.

### *Analisi dei campioni*

I campioni vegetali, rappresentati dalle foglie di almeno dieci individui, furono lavati rapidamente in acqua di fonte e in acqua deionizzata, essiccati a 80°C per 48 h e inceneriti a 500°C. La soluzione in HCl 1% della cenere fu analizzata con uno spettrofotometro ad assorbimento atomico (Perkin Elmer Mod. 370).

I campioni di terreno raccolti in corrispondenza delle radici delle varie piante, vennero unificati per formare un campione medio che fu asciugato all'aria e passato a un setaccio di 2 mm di diametro. Su questa frazione furono determinati i contenuti totali dei vari elementi, come per i campioni vegetali.

I risultati per i terreni sono riportati nella Tab. 1, per i campioni ve-

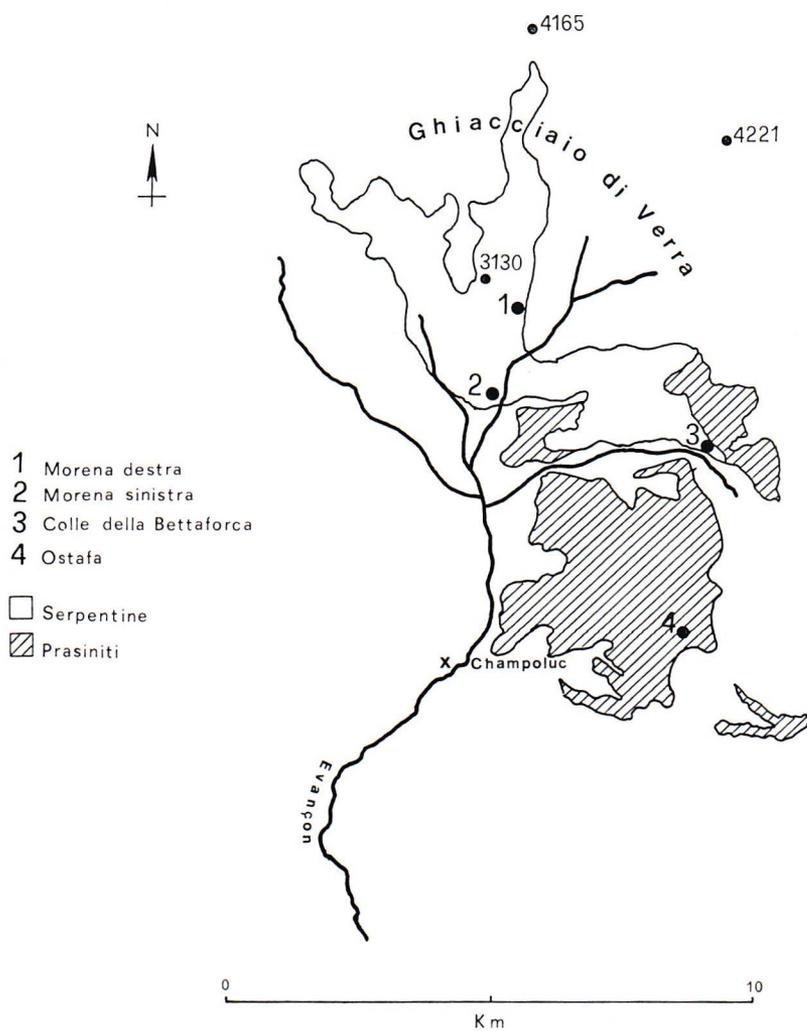


Fig. 1.

getali nelle Tab. 2-5, in cui si danno i valori massimi e minimi nei casi in cui i campioni corrispondono a più stazioni o le medie, quando si tratta solo di duplicati. Nella Tab. 6 sono riportati per ogni località i valori medi presentati dalle piante con basse concentrazioni di nichel (A) rispetto a quelli con elevate concentrazioni di tale elemento (B).

TABELLA I

	Morena destra	Morena sinistra	Bettaforca vers. E	Bettaforca vers. W	Ostafa
Ni ppm	1600	1790	1610	1990	203
Cr ppm	2200	2070	1950	2080	250
Co ppm	160	129	149	207	60
Fe %	5.40	5.40	5.30	5.70	6.25
Cu ppm	144				
Zn ppm	133				
Ca %	3.0	1.34	0.34	0.25	3.25
Mg %	16.0	13.85	14.90	17.45	3.07
pH	6.7-7.2	6.7	6.5	6.8	6.6

TABELLA II

Concentrazioni massime e minime di nichel, cromo, cobalto, ferro e manganese (ppm sul secco) e di calcio e magnesio (% sul secco) nei campioni vegetali raccolti in corrispondenza della morena destra.

	Ni	Cr	Co	Ca	Mg	Fe	Mn
<i>Trisetum distichophyllum</i>	307-425	8-77	10-16	0.21-0.27	0.52-0.88	773-4270	102-108
<i>Luzula lutea</i>	1870-2050	19-21	24-26	0.50-0.63	1.14-1.27	939-1010	96-183
<i>Salix myrsinites</i>	237-912	4-68	10-18	0.50-0.66	0.40-1.17	370-3118	43-140
<i>Cerastium latifolium</i>	586-968	55-196	14-20	0.38-0.71	1.51-1.64	2630-9710	183-229
<i>Minuartia laricifolia</i>	248-1910	5-53	11-22	0.40-0.91	0.41-1.27	393-2640	59-113
<i>Silene vulgaris</i>	271-359	18-30	7-14	0.87-0.93	1.07-1.12	833-1330	164-187
<i>Cardamine resedifolia</i>	2330-2370	15-16	39-45	1.70-2.15	2.10-2.13	907-1660	91-139
<i>Thlaspi rotundifolium</i>	6570-23790	24-43	101-743	0.68-1.24	0.62-1.51	1182-2424	58-105
<i>Euphrasia minima</i>	322-380	37-68	11-19	0.48-0.49	0.86-0.97	1970-3200	74-116
<i>Linaria alpina</i>	1310-1990	23-34	17-29	0.65-1.21	1.02-1.76	1390-2080	168-184
<i>Campanula scheuchzeri</i>	560-746	23-107	15-48	0.61-0.75	0.87-1.61	1366-5430	35-131
<i>Solidago virgaurea</i>	117-398	10-11	9	0.51-0.59	0.56-0.72	452-643	55-80

TABELLA III

Concentrazioni di nichel, cromo, cobalto, ferro e manganese (ppm sul secco) e di calcio e magnesio (% sul secco) nei campioni vegetali raccolti in corrispondenza della morena sinistra.

	Ni	Cr	Co	Ca	Mg	Fe	Mn
<i>Larix decidua</i>	40	< 1	8	0.29	0.34	243	122
<i>Salix nigricans</i>	69	2	5	0.40	0.60	208	66
<i>Cerastium strictum</i>	107	2	12	0.31	0.24	252	59
<i>Silene vulgaris</i>	416	< 1	13	0.82	0.72	223	108
<i>Thlaspi rotundifolium</i>	6000	16	67	0.77	0.36	1420	80
<i>Saxifraga aizoon</i>	3840	8	76	1.23	2.25	459	410
<i>Dryas octopetala</i>	387	7	6	0.53	0.41	628	32
<i>Anthyllis sp.</i>	4600	16	56	1.77	2.75	581	363
<i>Trifolium pallescens</i>	1550	15	27	1.54	2.61	533	317

TABELLA IV

Concentrazioni di nichel, cromo, cobalto, ferro e manganese (ppm sul secco) e di calcio e magnesio (% sul secco) nei campioni vegetali raccolti in corrispondenza del versante ovest (Ayas) e est (Gressoney) del Colle della Bettaforca.

	Ni		Cr		Co		Ca		Mg		Fe		Mn	
	W	E	W	E	W	E	W	E	W	E	W	E	W	E
<i>Cerastium latifolium</i>	160	120	183	29	17	8	0.61	0.48	1.47	0.86	6220	2190	590	314
<i>Thlaspi rotundifolium</i>	3170	2810	19	16	13	16	1.05	1.13	0.99	0.90	1190	1330	109	90
<i>Armeria alpina</i>	519	179	22	17	15	10	0.35	0.32	0.72	0.73	1460	1440	200	104
<i>Campanula scheuchzeri</i>	368	153	9	28	14	30	0.42	0.54	0.92	1.46	445	1480	58	67
<i>Juncus sp.</i>		50		< 1		18		0.10		0.33		185		49
<i>Poa alpina</i>	409		48		24		0.16		0.46		2860		177	
<i>Silene vulgaris</i>	769		34		22		0.79		1.38		1820		611	
<i>Cardamine resedifolia</i>		206		32		19		1.19		1.56		1780		48
<i>Ranunculus glacialis</i>	1260		10		18		0.95		2.90		525		671	
<i>Saxifraga exarata</i>	2970		30		20		0.64		0.78		1980		112	
<i>Linaria alpina</i>	156			< 1		< 1		0.24		0.80		434		65
<i>Pedicularis rhactica</i>	816		13		11		0.63		1.72		388		138	
<i>Achillea nana</i>	107		40		22		1.06		1.10		2010		206	
<i>Chrysanthemum alpinum</i>	3200		82		42		0.37		1.41		4070		373	

TABELLA V

Concentrazioni di nichel, cromo, cobalto, ferro e manganese (ppm sul secco) e di calcio e magnesio (% sul secco) nei campioni vegetali raccolti in corrispondenza della stazione di Ostafa.

	Ni	Cr	Co	Ca	Mg	Fe	Mn
<i>Cardamine resedifolia</i>	< 1	3	12	1.63	0.30	1210	143
<i>Cerastium strictum</i>	< 1	7	13	1.39	0.36	1080	324
<i>Trifolium pallescens</i>	< 1	4	9	2.47	0.17	910	115
<i>Linaria alpina</i>	< 1	8	8	0.75	0.20	1310	225

TABELLA VI

Concentrazione media dei campioni vegetali con bassa (A) e alta (B) concentrazione di nichel.

Ni ppm	Morena destra		Morena sinistra		W		Betaforca		Ostafa	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Cr	537	4975	204	4000	450	2560	144	3170	144	< 1
Co	47	26	2	14	50	35	18	16	18	5
Fe	15	89	9	56	18	23	15	16	15	10
Mn	2354	1402	310	748	2172	1941	1251	1330	1251	1125
Ca %	113	120	77	292	283	316	108	90	108	202
Mg	0.59	1.20	0.47	1.33	0.57	0.75	0.47	1.13	0.47	1.56
	0.97	1.50	0.46	1.99	1.11	1.52	0.95	0.90	0.95	0.26

## RISULTATI

La composizione totale dei terreni (Tab. 1), mostra come nichel, cromo e cobalto siano presenti nelle varie zone di raccolta sempre in quantità elevate e notevolmente costanti (Ni ~ 1750 ppm, Cr ~ 2075, Co ~ 60 ppm). La zona di Ostafa si caratterizza invece per il minor contenuto in nichel e cromo (ridotti a circa il 12% del valore degli altri terreni), mentre il cobalto è presente in quantità ancora notevole (ca 40%). Il calcio raggiunge valori più elevati sulla morena destra, mentre sia sulla morena sinistra che, maggiormente, al colle della Bettaforca, è presente in quantità molto scarse; a Ostafa supera leggermente i valori osservati sulla morena destra, ma qui il magnesio è ridotto al 3%, mentre il ferro tende ad arricchirsi. Il pH di tutti i terreni è intorno al 6,5-6,7; senza variazioni degne di rilievo.

Dall'esame dei campioni vegetali è evidente l'alta concentrazione di nichel delle piante raccolte sulla morena destra (Tab. 2), dimostrata anche dalla media più elevata delle piante senza particolare arricchimento dell'elemento, come si può vedere dalla Tab. 6. Naturalmente l'arricchimento in nichel è una caratteristica specifica, infatti a valori superiori alle 1000 ppm, presentati da *Thlaspi rotundifolium*, *Cardamine resedifolia*, *Linaria alpina* e *Luzula lutea*, si contrappongono valori molto più bassi nelle altre specie. Solo in *Cerastium latifolium* e in *Campanula scheuchzeri* anche il cromo raggiunge valori notevoli. In entrambe queste specie si osserva anche un forte assorbimento di ferro.

Nella morena sinistra, di meno recente formazione, la concentrazione media (Tab. 6, A) è inferiore a quelle delle piante della morena destra, però alcune (Tab. 3) mostrano anche qui alti livelli di nichel: si tratta ancora di *Thlaspi rotundifolium*, *Anthyllis*, *Saxifraga aizoon* e *Trifolium pallescens*.

In questa località in alcuni casi si ha un rapporto Ca/Mg superiore all'unità, cosa che non si osservava sulla morena destra e ciò è dovuto al fatto che diverse piante (soprattutto quelle con bassa concentrazione di nichel) presentano un minore assorbimento di magnesio. Particolarmente bassi anche i valori di cromo e di ferro in tutte le specie raccolte sulla morena sinistra, ad eccezione di *Thlaspi*. Nella raccolta effettuata al colle della Bettaforca (Tab. 4), sul versante di Ayas, oltre a *Thlaspi*, anche *Ranunculus glacialis*, *Saxifraga exarata* e *Chrysanthemum alpinum* si arricchiscono notevolmente di nichel, mentre sul versante di Gressoney, ad eccezione di *Thlaspi*, anche le specie come *Cardamine* e *Linaria*, che sulla morena destra avevano alti livelli di nichel, presentano valori che rientrano nella norma per cui si abbassa la concentrazione media dell'elemento nei campioni del versante orientale (Tab. 6). Sul versante di Ayas alle alte concentrazioni di ferro e manganese, fa riscontro un livello medio di calcio piuttosto basso, come si verifica del resto anche sull'altro versante,

nonostante che alcune specie, come *Cardamine*, *Thlaspi* e *Achillea*, riescano ad assorbirne notevoli quantità. In nessuna specie, incluso *Thlaspi*, il rapporto Ca/Mg supera l'unità.

Infine nel campionamento effettuato in località Ostafa (Tab. 5), *Cardamine*, *Linaria* e *Trifolium*, che avevano talvolta mostrato un notevole accumulo di nichel, presentano solo tracce di questo elemento. In tutte si ha un assorbimento notevole di calcio e, data la scarsa concentrazione di magnesio, si verifica che il rapporto Ca/Mg è sempre superiore all'unità. Notevole la concentrazione di ferro.

Per quanto riguarda infine le diverse annate, si è osservato che le concentrazioni dei vari elementi nella stessa località di raccolta possono presentare variazioni anche notevoli da un anno all'altro, dipendenti sia dalla specie, sia dalle diverse condizioni microclimatiche che si possono verificare, come si vede da alcuni esempi, che si riferiscono a campionamenti fatti sulla morena destra:

	1978	1979	1980	1981
Minuartia	240-250	248-1910	—	—
Thlaspi	7900	6570-23790	7200	—
Silene	222	270-359	1140	412
Cerastium	708	586-968	—	—
Trisetum	80	307-425		

È interessante notare che le specie raccolte sul versante orientale del Colle della Bettaforca, che è costituito prevalentemente da prasiniti, hanno un minor contenuto di nichel rispetto a quelle raccolte sul versante di Ayas, in cui prevalgono le serpentine, per cui in questo caso la concentrazione media di nichel nelle piante sembra correlata con il contenuto totale di nichel del substrato (Tab. 1). Questa correlazione non è però valida per la morena destra dove *Cardamine* e *Linaria* avevano mostrato valori particolarmente elevati, nonostante un livello di nichel nel terreno paragonabile a quello del versante orientale della Bettaforca. Anche in località Ostafa, su prasiniti ricoperte da un'abbondante cotica erbacea e in cui il suolo ha un basso contenuto di nichel, le stesse specie presentano solo tracce dell'elemento, dimostrando quindi una capacità di accumulo limitata da particolari condizioni che si verificano apparentemente solo sulla morena destra. Si differenzia da questo comportamento *Thlaspi rotundifolium* che anche alla Bettaforca accumula l'elemento quasi nella stessa misura su entrambi i versanti, riflettendo molto meno delle altre specie il minor contenuto di Ni totale nel suolo del versante orientale.

Dall'esame delle concentrazioni osservate nei vari campioni esaminati, è risultata esistere una correlazione positiva e altamente significativa soltanto tra nichel e cobalto ( $r = 0,93$ ;  $t = 14,65$ ), mentre alcune cor-

relazioni (Ni-Cr, Ni-Mg, Cr-Mg, ecc.) riscontrate da altri Autori in piante raccolte sui substrati serpentinosi di varia distribuzione (LYON *et al.*, 1968, SHEWRY and PETERSON, 1976), non sono risultate significative.

La presente ricerca ha messo in evidenza alcune caratteristiche della vegetazione di un affioramento ofiolitico valdostano e la frequenza con cui il nichel in particolare viene assorbito dalle piante anche in forti quantità e spesso traslocato agli organi fogliari, che divengono organi di accumulo e che presentano pertanto concentrazioni eccezionali dell'elemento, mentre questo fenomeno sembra essere assente nella grande maggioranza delle piante degli affioramenti ofiolitici dell'Appennino, dove l'accumulo fogliare di nichel è limitato al solo genere *Alyssum*.

Ulteriori ricerche potranno meglio chiarire le relazioni tra la composizione del suolo e quella delle piante e permettere la individuazione delle frazioni più facilmente assimilabili dei metalli pesanti, dalla cui presenza nelle soluzioni del terreno dipende l'assorbimento radicale.

#### RÉSUMÉ

*La composition minérale de la végétation des serpentines de la haute Vallée d'Ayas.*

On a étudié la composition minérale de la végétation des serpentines en correspondance de la moraine droite et gauche du glacier de Verra et du col de la Bettaforca. Les plantes examinées ont toutes des hautes ou exceptionnelles teneurs foliaires de nickel (*Thlaspi rotundifolium*, *Cardamine resedifolia*, *Linaria alpina*, *Luzula lutea*, *Trifolium pallescens*). L'accumulation de l'élément est aussi en rapport avec la teneur du nickel dans le sol. Le pouvoir d'accumulation est spécifique et montre des variations avec l'année et la localité de récolte.

#### RIASSUNTO

È stata compiuta un'indagine sulla composizione minerale con particolare riguardo ai metalli pesanti, nichel, cobalto e cromo, della vegetazione degli affioramenti ofiolitici dell'alta Valle di Ayas, in corrispondenza della morena di destra e di sinistra del ghiacciaio di Verra e del colle della Bettaforca. Sono state messe in evidenza le elevate concentrazioni fogliari di nichel di molte specie e quelle eccezionali di alcune come *Thlaspi rotundifolium*, *Cardamine resedifolia*, *Luzula lutea*, *Linaria alpina*, *Trifolium pallescens*, ecc., in relazione con alti livelli di nichel nel suolo.

#### BIBLIOGRAFIA

- DAL PIAZ G. V., 1969 - *Filoni rodingitici e zone di reazione a bassa temperatura al contatto tettonico tra serpentine e rocce incassanti nelle Alpi Occidentali italiane*. Ren. Soc. It. Min. Petr., 25: 263-315.
- LYON G. L., BROOKS R. R., PETERSON P. J. and BUTLER G. W., 1968 - *Trace elements in a New Zealand serpentine flora*. Plant and Soil, 29: 225-240.
- LYON G. L., BROOKS R. R., PETERSON P. J., BUTLER G. W., 1970 - *Some trace elements in plants from serpentine soils*. N. Z. Jl. Sci., 13: 133-139.
- MESSERI A., 1936 - *Ricerche sulla vegetazione dei dintorni di Firenze*. 4. *La vegeta-*

- zione delle rocce ofiolitiche di Monte Ferrato (presso Prato). Nuovo Giorn. Bot. Ital., n. s., 43: 277-372.
- MINGUZZI C., VERGNANO O., 1948 - Il contenuto di nichel nelle ceneri di *Alyssum bertolonii* Desv. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem. A, 55: 49-77.
- MINGUZZI C., VERGNANO O., 1953 - Il contenuto di elementi inorganici della formazione ofiolitica dell'Impruneta (Firenze). I. Determinazione degli elementi macronutritivi e ricerca degli elementi in tracce. Nuovo Giorn. Bot. Ital., 60: 287-319.
- MUSSA E., 1908 - Note floristiche delle prealpi torinesi fra la Dora Riparia e la Stura di Lanzo (zona delle pietre verdi). Atti Soc. Ital. Sci. Nat., 47: 139-157.
- MUSSA E., 1937 - Sguardo alla vegetazione del M. Musiné (Val di Susa). Nuovo Giorn. Bot. Ital., n. s., 44: 715-730.
- PICHI-SERMOLLI R., 1948 - Flora e vegetazione delle serpentine e delle altre ofioli di dell'Alta Valle del Tevere (Toscana). Webbia, 6: 1-380.
- RIGOTTI H., 1930 - Significato fitogeografico delle florule dei serpentini submontani del Piemonte. Atti Congr. Geogr. Ital., 11: 72-74.
- SASSE F., 1979 - Untersuchungen an Serpentinstandorten in Frankreich, Italien, Oesterreich und der Bundesrepublik Deutschland. II. Pflanzenanalysen. Flora, 168: 578-594.
- SHEWRY P. R., PETERSON P. J., 1975 - Calcium and magnesium in plants and soil from a serpentine area on Unst, Shetland. J. appl. Ecol., 12: 195-212.
- VACCARI L., 1903 - La flore de la serpentine, du calcaire et du gneiss dans les Alpes Graies Orientales. Bull. Soc. Flore Valdôt., 2: 32-75.
- VACCARI L., 1912 - Sulla flora nivale del Monte Rosa. Atti Lab. Sci. Mosso sul Monte Rosa, 3: 1-34.
- VERGNANO O., 1958 - Il contenuto di elementi inorganici delle piante della formazione ofiolitica dell'Impruneta (Firenze). II. Nichelio, Cromo e Cobalto nel dinamismo nutritivo delle piante serpentinicole. Nuovo Giorn. Bot. Ital., 65: 133-162.
- VERGNANO GAMBÌ O., 1966 - Il contenuto in manganese, rame e boro delle piante dell'affioramento ofiolitico dell'Impruneta (Firenze). Arch. Bot. Biogeogr. Ital., 42: 1-13.
- VERGNANO GAMBÌ O., BROOKS R. R., RADFORD C. C., 1979 - L'accumulo di nichel nelle specie italiane del genere *Alyssum*. Webbia, 33: 269-277.

Ricerca eseguita con il contributo del C.N.R.