FLORA D'ITALIA
Vol. 4

edagricole

Flora d'Italia

seconda edizione

In 4 volumi di Sandro Pignatti

&
Flora Digitale
di Riccardo Guarino e Marco La Rosa

4

edagricole

1ª edizione: 1982
2ª edizione: febbraio 2019

5245

© Copyright 2019 by «Edagricole – Edizioni Agricole di New Business Media srl» Via Eritrea, 21 - 20157 Milano
Redazione: Piazza G. Galilei, 6 - 40123 Bologna – e-mail: libri.edagricole@newbusinessmedia.it

Vendite: tel. 051/6575833; fax 051/6575999 – email: libri.edagricole@newbusinessmedia.it
http://www.edagricole.it

Proprietà letteraria riservata - printed in Italy

La riproduzione con qualsiasi processo di duplicazione delle pubblicazioni tutelate dal diritto d'autore è vietata e penalmente perseguibile (art. 171 della legge 22 aprile 1941, n. 633). Quest'opera è protetta ai sensi della legge sul diritto d'autore e delle Convenzioni internazionali per la protezione del diritto d'autore (Convenzione di Berna, Convenzione di Ginevra). Nessuna parte di questa pubblicazione può quindi essere riprodotta, memorizzata o trasmessa con qualsiasi mezzo e in qualsiasi forma (fotomeccanica, fotocopia, elettronica, ecc.) senza l'autorizzazione scritta dell'editore. In ogni caso di riproduzione abusiva si procederà d'ufficio a norme di legge.

Le immagini, dove non altrimenti specificato, sono degli Autori
Segreteria scientifica: Forum Plinianum Onlus
Redazione, revisione testi e realizzazione grafica: Elena Tibiletti
Progetto di copertina: Davide Conti
Disegni di copertina: Adele Pelizzoni
Impianti e stampa: Rotolito Spa, via Sondrio 3 - 20096 Seggiano di Pioltello (MI)
Finito di stampare nel febbraio 2019
ISBN 978-88-506-5245-7

Diversae sunt inter se stirpes
si earum Natura latius inspicies

quae exterius accensetur
origine, località, ambiente, portamento, numero di specie

aspectum varium ratione figurae
forma, odore, sapore, proprietà medicinali

quae interius vegetantis sunt virtutes
et vitalis facultatis ipsiusque functionum
substrato, portamento, durata della vita

diversae sunt etiam inter se stirpes ratione virtutis genitalis,
quae et plurimus unius generis diversas constituit species et in hac discutiuntur
riproduzione, fruttificazione, organi sessuali

Prefazione

La prima edizione della *Flora d'Italia* è stata pubblicata nel maggio 1982, e a quel tempo non immaginavo che si potesse arrivare a una seconda edizione. Tuttavia, già negli anni '80, si è assistito a un rapido accumularsi di nuove conoscenze, grazie anche all'uso della Flora[1], che facevano ritenere utile la pubblicazione di un'opera più aggiornata. Io stesso avevo cercato di trovare un collaboratore per la stesura di un supplemento, ma il mio tentativo rimaneva senza successo.

Con l'inizio del nuovo Millennio, anche in vista del rapido deteriorarsi delle condizioni ambientali in Italia (e in tutto il Pianeta), l'esigenza di uno studio approfondito del patrimonio vegetale si faceva più pressante, e io, anche su sollecitazione dell'Editore, iniziavo la redazione di un testo aggiornato del primo volume, come modello per una nuova edizione. Ma anche questo programma, limitato a un mero inserimento di nuove specie e località, ben presto fu abbandonato.

La decisione di dedicare per un lungo periodo la mia attività alla redazione di una versione più moderna della *Flora d'Italia* risale all'inizio del 2003, anche se il lavoro si è intensificato a partire dal novembre del 2007, di ritorno dalla mia terza traversata dei Deserti dell'Australia Occidentale.

Sulla base dell'esperienza degli ultimi anni, avevo ormai capito che non ci si poteva più limitare a un aggiornamento dell'opera pubblicata nel 1982, ma era necessario pensare a un'impostazione nuova, che tenesse conto delle nuove conoscenze accumulate. Inoltre, mi ero ormai convinto della necessità di utilizzare le grandi possibilità, del tutto nuove, offerte dalle tecniche, sviluppate in quegli anni, di usare il computer per l'elaborazione dei testi e realizzare un'opera a carattere multimediale.

Da allora la mia attività scientifica è stata centrata sulla messa a punto di un nuovo modello (su 4 volumi) e sulla redazione dei nuovi testi. Questa attività si è sviluppata a tempo pieno fino al settembre 2015, quando la redazione dei volumi 1-3 poteva dirsi completata. Nei mesi successivi, i testi venivano messi a punto, e si coordinavano le illustrazioni, per arrivare alla versione definitiva dei Vol. 1-3 durante l'estate 2016.

È stato un lungo lavoro, anche per la contemporanea redazione di un'altra opera (Pignatti E. *et* S., *Plant Life of the Dolomites*) e soltanto ora, 35 anni dopo la prima edizione, si arriva al completamento della seconda, per molti aspetti con carattere innovativo. La mia speranza è che essa possa risultare meglio adattata alle esigenze attuali della comunità scientifica.

Per la realizzazione di questa seconda edizione, ho cercato sempre di applicare il criterio linneano di "distinguere gli Autori dai Compilatori eruditi", non limitandomi a un diligente lavoro di sintesi di quanto osservato dagli altri, ma mettendomi piuttosto a osservare le piante nei loro luoghi più nascosti, anche grazie agli erbari, per carpire i loro segreti e darne un'interpretazione filtrata dall'esperienza personale. In questo modo, molte osservazioni originali sulla vita delle piante sono entrate nella trattazione, però è chiaro che ancora moltissimo resta da fare: ne risulta un pacchetto coordinato di conoscenze che si mettono a disposizione della comunità scientifica, ma anche una sfida per chi si occuperà in futuro della flora italiana.

In generale, le Flore di ampio respiro restano incompiute oppure sono completate quando l'Autore è già alla fine della sua attività, spesso sono pubblicate postume.

Sono stato fortunato, per aver potuto assistere per 30 anni a come veniva usata la mia opera, e aver potuto io stesso utilizzarla per lungo tempo, e confrontarla con opere analoghe che nel frattempo si venivano pubblicando nei Paesi confinanti. Ne ho parlato infinite volte con Botanici che l'hanno usata e mi hanno trasmesso i loro commenti, favorevoli, oppure con osservazioni divergenti, ma costruttive. Ho tenuto ben presente le critiche, spesso fondate e su questa base

[1] Useremo "Flora" con iniziale maiuscola quando si tratta di un libro, come in questo caso, e invece "flora" con iniziale minuscola per indicare l'insieme delle specie vegetali che crescono in un determinato sito.

molti testi sono stati modificati, a volte completamente riscritti.
Nella prima edizione, fortemente aderente al modello di *Flora Europaea*, avevo la prometeica fiducia di essere arrivato a un risultato durevole. Dopo tre decenni mi sono reso conto di come tutto fosse da rifare, il che del resto vale anche per la ben più documentata *Flora Europaea*. Questo va constatato serenamente, e non inficia il grande merito di *Flora Europaea* nello stimolare un generale movimento di revisione critica della flora a livello continentale. E questo vale, nel nostro piccolo, anche per lo stimolo portato dalla prima edizione alla conoscenza della flora d'Italia.
Tuttavia, ciò mi porta all'inevitabile conclusione che oggi non siamo più vicini alla verità di quanto lo fossimo 30 anni fa; anzi, comincio a credere che forse questa ricerca della verità nel caso nostro sia un obbiettivo privo di senso. Quindi, vorrei che il mio testo fosse inteso come il racconto di una storia, cioè di come oggi uno studioso, con l'aiuto di studiosi suoi contemporanei, interpreta il mondo vegetale che lo circonda. La storia di una passeggiata attraverso l'Italia, durata per decenni (ma cosa sono decenni, confrontati con i tempi dell'evoluzione?), che ha permesso di distinguere migliaia di forme viventi, che noi chiamiamo piante, e che forse sono solo un campione di quelle esistenti. Un esempio per chi vorrà ripetere l'esperienza e saprà fare di meglio.

Citazione dell'opera

Nella citazione di parti dell'opera, dovrà esser fatto riferimento all'opera nel suo insieme, ovvero: Pignatti S., Guarino R. & La Rosa M. (2017-2019): Flora d'Italia, 2ª Edizione. Edagricole - Edizioni Agricole di New Business Media, Bologna.

Indice generale del Vol. 4

Prefazione VII
Indice generale del Vol. 4 IX
Introduzione XXX
Collaboratori XXXII

Prolegomeni al Vol. 4 1

Premessa 1
Approfondimenti sul concetto di specie 2
Conclusioni redazionali 10
Allegati 13
Perorazioni 17

Gruppi critici 19

27. Pinaceae - 6. Pinus 19
55. Liliaceae - 2. Gagea 21
56. Asparagaceae - 1. Asparagus 26
56. Asparagaceae - 13. Prospero 26
56. Asparagaceae - 14. Oncostema 26
60. Orchidaceae - 20. Ophrys 27
60. Orchidaceae - 22. Epipactis 42
67. Poaceae - 26. Sesleria 50
67. Poaceae - 31. Koeleria 51
67. Poaceae - 55. Agrostis 53
72. Ranunculaceae - 9. Aconitum 54
72. Ranunculaceae - 18. Ranunculus 64
80. Crassulaceae - 2. Tillaea 73
83. Saxifragaceae - 2. Saxifraga 74
89. Caryophyllaceae - 30. Silene 76
89. Caryophyllaceae - 37. Dianthus 77
97. Portulacaceae - 1. Portulaca 82
104. Oxalidaceae - 1. Oxalis 83
112. Fabaceae - 5. Acacia 87
112. Fabaceae - 6. Vachellia 87
112. Fabaceae - 17. Genista 88
112. Fabaceae - 29. Astragalus 93
112. Fabaceae - 41. Vicia 99
112. Fabaceae - 49. Trifolium 100
112. Fabaceae - 53. Anthyllis 101
112. Fabaceae - 63. Hedysarum 109
113. Polygalaceae - 1. Polygala 110
123. Fagaceae - 3. Quercus 112
125. Rosaceae - 7. Rubus 117
125. Rosaceae - 18. Potentilla 133
125. Rosaceae - 21. Alchemilla 134
125. Rosaceae - 26. Sorbus 179
125. Rosaceae - 29. Amelanchier 180
125. Rosaceae - 30. Cotoneaster 180
134. Brassicaceae - 33. Draba 181
137. Malvaceae - 13. Tilia 182
156. Gentianaceae - 8. Gentianella 183
161. Lamiaceae - 15. Stachys 185
161. Lamiaceae - 24. Micromeria 186
161. Lamiaceae - 38. Salvia 187
184. Asteraceae - 87. Jacobaea 189
184. Asteraceae - 88. Senecio 189
184. Asteraceae - 98. Carduus 191
184. Asteraceae - 113. Serratula 192
184. Asteraceae - 120. Centaurea 193
184. Asteraceae - 144. Leontodon 194
184. Asteraceae - 151. Taraxacum 195
184. Asteraceae - 159. Pilosella 205
184. Asteraceae - 160. Hieracium 208

Chiavi analitiche delle famiglie e dei generi 224

Divisione I - Pteridophyta.....241
1. Equisetaceae 243
1. Equisetum 243
2. Lycopodiaceae 244
1. Huperzia 244

2. Lycopodiella 244
3. Lycopodium 244
4. Diphasiastrum 245
3. Selaginellaceae 245
1. Selaginella 245
4. Isoetaceae 245
1. Isoetes 245
5. Ophioglossaceae 246
1. Ophioglossum 246
6. Botrychiaceae 246
1. Botrychium 246
7. Osmundaceae 247
1. Osmunda 247
8. Pteridaceae 247
1. Pteris 247
9. Hemionitidaceae 247
1. Anogramma 247
2. Cosentinia 247
10. Cryptogrammaceae 247
1. Cryptogramma 247
11. Adiantaceae 247
1. Adiantum 247
12. Sinopteridaceae 248
1. Cheilanthes 248
2. Notholaena 248
13. Hymenophyllaceae 248
1. Hymenophyllum 248
2. Vandenboschia 248
14. Hypolepidaceae 248
1. Pteridium 248
15. Polypodiaceae 249
1. Polypodium 249
16. Thelypteridaceae 249
1. Thelypteris 249
2. Phegopteris 249
3. Oreopteris 250
17. Aspleniaceae 250
1. Asplenium 250
2. Ceterach 251
3. Phyllitis 251
18. Athyriaceae 251
1. Cystopteris 251
2. Athyrium 252
3. Gymnocarpium 252
19. Woodsiaceae 252
1. Woodsia 252
20. Onocleaceae 252
1. Matteuccia 252
21. Dryopteridaceae 252
1. Polystichum 253
2. Cyrtomium 253
3. Dryopteris 253
22. Nephrolepidaceae 254
1. Nephrolepis 254
23. Blechnaceae 254
1. Blechnum 254
2. Woodwardia 254
24. Marsileaceae 255
1. Pilularia 255
2. Marsilea 255
25. Salviniaceae 255
1. Salvinia 255
26. Azollaceae 255
1. Azolla 255
Divisione II - Gymnospermae.....256
27. Pinaceae 256
1. Abies 256
2. Pseudotsuga 256
3. Picea 256
4. Larix 256
5. Cedrus 257
6. Pinus 257
28. Taxodiaceae 259
1. Sequoia 259
2. Taxodium 259
3. Cryptomeria 259
29. Cupressaceae 259
1. Cupressus 260
2. Chamaecyparis 260
3. Thuja 260
4. Juniperus 260
30. Taxaceae 261
1. Taxus 261
30/b. Ginkgoaceae 261
1. Ginkgo 261
31. Ephedraceae 262
1. Ephedra 262
Divisione III - Angiospermae 263
32. Nymphaeaceae 263
1. Nymphaea 263
2. Nuphar 263
33. Ceratophyllaceae 263

1. Ceratophyllum 263
34. Magnoliaceae 264
1. Liriodendron 264
2. Magnolia 264
35. Lauraceae 264
1. Laurus 264
36. Aristolochiaceae 264
1. Asarum 264
2. Aristolochia 264
37. Saururaceae 265
1. Saururus 265
38. Acoraceae 266
1. Acorus 266
39. Araceae 266
1. Arum 266
2. Dracunculus 267
3. Helicodiceros 267
4. Biarum 267
5. Arisarum 267
6. Ambrosina 267
7. Colocasia 267
8. Zantedeschia 268
9. Pistia 268
10. Wolffia 268
11. Lemna 268
12. Landoltia 268
13. Spirodela 268
40. Tofieldiaceae 268
1. Tofieldia 268
41. Butomaceae 269
1. Butomus 269
42. Hydrocharitaceae 269
1. Ottelia 269
2. Stratiotes 269
3. Hydrocharis 269
4. Blyxa 270
5. Vallisneria 270
6. Lagarosiphon 270
7. Elodea 270
8. Hydrilla 270
9. Halophila 270
43. Alismataceae 271
1. Alisma 271
2. Caldesia 271
3. Damasonium 271
4. Baldellia 271
5. Sagittaria 271
44. Scheuchzeriaceae 272
1. Scheuchzeria 272
45. Juncaginaceae 272
1. Triglochin 272
46. Cymodoceaceae 272
1. Cymodocea 272
2. Najas 272
3. Althenia 273
4. Zannichellia 273
47. Posidoniaceae 273
1. Posidonia 273
48. Ruppiaceae 273
1. Ruppia 273
49. Zosteraceae 274
1. Zostera 274
50. Potamogetonaceae 274
1. Potamogeton 274
2. Groenlandia 275
Dioscoreales, Liliales, Asparagales 276
51. Dioscoreaceae 281
1. Tamus 281
52. Melanthiaceae 281
1. Veratrum 282
2. Paris 282
53. Colchicaceae 282
1. Colchicum 282
54. Smilacaceae 282
1. Smilax 282
55. Liliaceae 283
1. Streptopus 283
2. Gagea 283
3. Tulipa 285
4. Erythronium 286
5. Fritillaria 286
6. Lilium 286
56. Asparagaceae 286
1. Asparagus 287
2. Elide 287
3. Ruscus 288
4. Polygonatum 288
5. Convallaria 288
6. Maianthemum 288
7. Paradisea 288
8. Anthericum 288
9. Agave 289

10. Yucca 289
11. Scilla 290
12. Chouardia 290
13. Prospero 291
14. Oncostema 291
15. Nectaroscilla 291
16. Hyacinthoides 291
17. Hyacinthus 291
18. Brimeura 291
19. Bellevalia 292
20. Muscari 292
21. Muscarimia 293
22. Charybdis 293
23. Urginea 293
24. Dipcadi 293
25. Ornithogalum 293
26. Stellarioides 294
27. Melomphis 294
28. Loncomelos 294
29. Honorius 294
30. Aphyllanthes 295
57. Amaryllidaceae 295
1. Amaryllis 295
2. Sternbergia 295
3. Leucojum 296
4. Galanthus 296
5. Narcissus 296
6. Pancratium 297
7. Allium 297
8. Nectaroscordum 302
9. Nothoscordum 302
10. Ipheion 302
58. Asphodelaceae (= Xanthorrhoeaceae) **.302**
1. Asphodelus 303
2. Asphodeline 303
3. Aloe 303
4. Hemerocallis 303
5. Simethis 303
59. Iridaceae 304
1. Crocus 304
2. Romulea 305
3. Freesia 307
4. Crocosmia 307
5. Gladiolus 307
6. Chasmanthe 308
7. Sisyrinchium 308
8. Hermodactylus 308
9. Moraea 308
10. Iris 308
60. Orchidaceae 311
1. Cypripedium 314
2. Goodyera 314
3. Spiranthes 314
4. Herminium 314
5. Gennaria 314
6. Platanthera 314
7. Pseudorchis 314
8. Gymnadenia 314
9. Nigritella 314
10. Chamorchis 315
11. Coeloglossum 315
12. Dactylorhiza 315
13. Orchis 317
14. Anacamptis 317
15. Neotinea 318
16. Barlia 318
17. Himantoglossum 318
18. Traunsteinera 318
19. Serapias 318
20. Ophrys 319
21. Cephalanthera 319
22. Epipactis 320
23. Limodorum 320
24. Neottia 320
25. Listera 320
26. Epipogium 320
27. Liparis 320
28. Malaxis 321
29. Corallorhiza 321
61. Arecaceae (= Palmae) **.....321**
1. Chamaerops 321
2. Trachycarpus 321
3. Phoenix 321
62. Sparganiaceae 321
1. Sparganium 321
63. Typhaceae 322
1. Typha 322
64. Juncaceae 322
1. Juncus 322
2. Luzula 325
65. Cyperaceae 326
1. Carex 328

2. Kobresia 340
3. Scirpus 340
4. Bolboschoenus 340
5. Scirpoides 340
6. Blysmus 340
7. Schoenoplectus 341
8. Isolepis 341
9. Eleocharis 341
10. Trichophorum 342
11. Eriophorum 342
12. Fuirena 343
13. Fimbristylis 343
14. Schoenus 343
15. Cladium 343
16. Rhynchospora 343
17. Cyperus 343
66. Eriocaulaceae 345
1. Eriocaulon 345
67. Poaceae 345
1. Lamarckia 366
2. Cynosurus 366
3. Phalaris 366
4. Phalaroides 367
5. Briza 367
6. Dactylis 367
7. Poa 367
8. Bellardiochloa 369
9. Catapodium 369
10. Castellia 369
11. Puccinellia 369
12. Sphenopus 370
13. Cutandia 370
14. Vulpiella 370
15. Drymochloa 370
16. Leucopoa 370
17. Patzkea 371
18. Festuca 371
19. Schedonorus 377
20. Lolium 377
21. ×Schedolium 378
22. Sclerochloa 378
23. Desmazeria 378
24. Oreochloa 378
25. Sesleriella 378
26. Sesleria 379
27. Psilathera 379
28. Echinaria 379
29. Parapholis 380
30. Gaudinia 380
31. Koeleria 380
32. Rostraria 381
33. Trisetaria 381
34. Parvotrisetum 382
35. Avellinia 382
36. Gastridium 382
37. Lagurus 383
38. Ammophila 383
39. Anthoxanthum 383
40. Alopecurus 383
41. Phleum 384
42. Mibora 385
43. Cornucopiae 385
44. Helictochloa 385
45. Avenula 385
46. Helictotrichon 385
47. Arrhenatherum 387
48. Deschampsia 387
49. Avenella 387
50. Coleanthus 387
51. Beckmannia 387
52. Avena 387
53. Ventenata 388
54. Holcus 388
55. Agrostis 388
56. Calamagrostis 389
57. Apera 389
58. Triplachne 389
59. Chaetopogon 389
60. Polypogon 390
61. Antinoria 390
62. Molineriella 390
63. Aira 390
64. Airopsis 390
65. Corynephorus 391
66. Milium 391
67. Hainardia 391
68. Molinia 391
69. Phragmites 391
70. Arundo 391
71. Melica 392
72. Glyceria 392
73. Catabrosa 393

74. Ceratochloa 393
75. Bromopsis 393
76. Anisantha 394
77. Bromus 394
78. Brachypodium 397
79. Trachynia 397
80. Hordelymus 397
81. Taeniatherum 397
82. Psathyrostachys 398
83. Hordeum 398
84. Agropyron 398
85. Elymus 398
86. Secale 399
87. Dasypyrum 399
88. ×Haynaldoticum 399
89. Triticum 400
90. Stipa 401
91. Stipellula 401
92. Achnatherum 402
93. Aristella 402
94. Amelichloa 402
95. Nassella 402
96. Oloptum 403
97. Piptatherum 403
98. Ampelodesmos 403
99. Schismus 403
100. Cortaderia 403
101. Danthonia 403
102. Muhlenbergia 403
103. Aeluropus 403
104. Dactyloctenium 404
105. Cleistogenes 404
106. Eragrostis 404
107. Diplachne 404
108. Eleusine 404
109. Sporobolus 405
110. Cynodon 405
111. Chloris 406
112. Tragus 406
113. Zoysia 406
114. Aristida 406
115. Lygeum 406
116. Nardus 406
117. Ehrharta 406
118. Oryza 406
119. Leersia 407
120. Panicum 407
121. Megathyrsus 407
122. Dichanthelium 407
123. Echinochloa 407
124. Moorochloa 408
125. Digitaria 408
126. Stenotaphrum 408
127. Paspalum 408
128. Oplismenus 409
129. Setaria 409
130. Cenchrus 410
131. Tricholaena 410
132. Imperata 410
133. Miscanthus 410
134. Saccharum 410
135. Tripidium 410
136. Hemarthria 410
137. Sorghum 411
138. Chrysopogon 411
139. Dichanthium 411
140. Bothriochloa 411
141. Hyparrhenia 411
142. Andropogon 411
143. Heteropogon 411
144. Coix 411
145. Zea 412
146. Pleioblastus 412
147. Bambusa 412
148. Pseudosasa 412
149. Phyllostachys 412
68. Commelinaceae 413
1. Commelina 413
2. Murdannia 413
3. Tradescantia 413
69. Pontederiaceae 414
1. Pontederia 414
2. Heteranthera 414
3. Eichhornia 414
4. Monochoria 414
70. Cannaceae 414
1. Canna 414
70/b. Musaceae 415
71. Berberidaceae 415
1. Epimedium 415
2. Berberis 415
3. Mahonia 415

4. Gymnospermium 415
72. Ranunculaceae 416
1. Helleborus 419
2. Eranthis 419
3. Callianthemum 420
4. Nigella 420
5. Trollius 420
6. Isopyrum 420
7. Actaea 420
8. Caltha 420
9. Aconitum 420
10. Delphinium 422
11. Consolida 422
12. Anemone 422
13. Hepatica 423
14. Pulsatilla 423
15. Clematis 423
16. Adonis 424
17. Ficaria 424
18. Ranunculus 425
19. Ceratocephala 431
20. Myosurus 431
21. Aquilegia 431
22. Thalictrum 432
73. Lardizabalaceae 433
1. Akebia 433
74. Papaveraceae 433
1. Papaver 434
2. Roemeria 434
3. Glaucium 435
4. Chelidonium 435
5. Hypecoum 435
6. Corydalis 435
7. Pseudofumaria 435
8. Fumaria 435
9. Platycapnos 436
75. Nelumbonaceae 436
1. Nelumbo 436
76. Platanaceae 437
1. Platanus 437
77. Loranthaceae 437
1. Loranthus 437
2. Viscum 437
3. Arceuthobium 437
78. Santalaceae 437
1. Osyris 437
2. Thesium 438
79. Paeoniaceae 439
1. Paeonia 439
80. Crassulaceae 439
1. Crassula 440
2. Tillaea 440
3. Bulliarda 440
4. Cotyledon 440
5. Kalanchoë 440
6. Rhodiola 440
7. Umbilicus 441
8. Hylotelephium 441
9. Phedimus 441
10. Aeonium 441
11. Sempervivum 441
12. Jovibarba 442
13. Sedum 442
14. Graptopetalum 444
81. Haloragaceae 444
1. Myriophyllum 444
82. Grossulariaceae 445
1. Ribes 445
83. Saxifragaceae 445
1. Chrysosplenium 445
2. Saxifraga 445
3. Astilbe 451
84. Droseraceae 451
1. Aldrovanda 451
2. Drosera 451
85. Tamaricaceae 451
1. Reaumuria 451
2. Tamarix 451
3. Myricaria 452
86. Frankeniaceae 452
1. Frankenia 452
87. Plumbaginaceae 453
1. Plumbago 453
2. Ceratostigma 453
3. Armeria 453
4. Limonium 456
5. Myriolimon 463
6. Goniolimon 463
7. Limoniastrum 464
88. Polygonaceae 464
1. Polygonum 465
2. Fallopia 465

3. Reynoutria 465
4. Bistorta 466
5. Rubrivena 466
6. Aconogonon 466
7. Persicaria 466
8. Fagopyrum 467
9. Emex 467
10. Oxyria 467
11. Rheum 467
12. Rumex 468
89. Caryophyllaceae 472
1. Arenaria 475
2. Moehringia 475
3. Minuartia 477
4. Rhodalsine 479
5. Buffonia 479
6. Stellaria 479
7. Pseudostellaria 479
8. Holosteum 480
9. Cerastium 480
10. Moenchia 484
11. Sagina 484
12. Scleranthus 484
13. Corrigiola 485
14. Paronychia 485
15. Chaetonychia 485
16. Herniaria 485
17. Illecebrum 486
18. Pteranthus 486
19. Polycarpon 486
20. Ortegia 486
21. Loeflingia 486
22. Spergula 486
23. Spergularia 486
24. Telephium 487
25. Agrostemma 487
26. Lychnis 487
27. Viscaria 487
28. Atocion 488
29. Heliosperma 488
30. Silene 488
31. Cucubalus 496
32. Drypis 496
33. Gypsophila 496
34. Saponaria 497
35. Vaccaria 497
37. Dianthus 497
38. Velezia 501
90. Amaranthaceae s.l. 502
1. Celosia 505
2. Amaranthus 505
3. Alternanthera 506
4. Gomphrena 507
5. Achyranthes 507
6. Polycnemum 507
7. Beta 507
8. Patellifolia 507
9. Dysphania 507
10. Teloxys 508
11. Chenopodium 508
12. Chenopodiastrum 508
13. Blitum 509
14. Lipandra 509
15. Oxybasis 509
16. Cycloloma 509
17. Spinacia 509
18. Atriplex 509
19. Halimione 510
20. Cremnophyton 510
21. Camphorosma 510
22. Bassia 510
23. Eokochia 511
24. Spirobassia 511
25. Corispermum 511
26. Halopeplis 511
27. Halocnemum 511
28. Arthrocnemum 511
29. Sarcocornia 511
30. Salicornia 512
31. Suaeda 512
32. Echylaena 512
33. Salsola 512
34. Halogeton 513
91. Aizoaceae 513
1. Aizoanthemum 513
2. Carpobrotus 513
3. Mesembryanthemum 513
4. Aptenia 513
4. Drosanthemum 513
5. Tetragonia 514
92. Phytolaccaceae 514
1. Phytolacca 514

93. Nyctaginaceae **514**
1. Mirabilis 514
2. Oxybaphus 514
3. Boerhavia 514
94. Molluginaceae **514**
1. Mollugo 515
2. Glinus 515
95. Cactaceae **515**
1. Cereus 515
2. Hylocereus 515
3. Lobivia 515
4. Mammillaria 516
5. Trichocereus 516
6. Austrocylindropuntia 516
7. Cylindropuntia 516
8. Nopalaea 516
9. Opuntia 516
96. Basellaceae **517**
1. Anredera 517
97. Portulacaceae **517**
1. Portulaca 518
2. Montia 518
3. Claytonia 518
98. Vitaceae **519**
1. Vitis 519
2. Parthenocissus 519
99. Buxaceae **519**
1. Buxus 519
100. Hypericaceae **519**
1. Hypericum 519
101. Elatinaceae **521**
1. Elatine 521
102. Actinidiaceae **521**
1. Actinidia 521
103. Euphorbiaceae **521**
1. Andrachne 522
2. Chrozophora 522
3. Mercurialis 522
4. Acalypha 522
5. Ricinus 522
6. Euphorbia 522
7. Phyllanthus 529
104. Oxalidaceae **529**
1. Oxalis 529
105. Zygophyllaceae **530**
1. Peganum 530
2. Fagonia 530
3. Zygophyllum 531
4. Tribulus 531
106. Celastraceae **531**
1. Euonymus 531
107. Parnassiaceae **531**
1. Parnassia 531
108. Violaceae **531**
1. Viola 531
109. Salicaceae **538**
1. Salix 538
2. Populus 548
110. Passifloraceae **551**
1. Passiflora 551
111. Linaceae **551**
1. Linum 551
2. Radiola 552
112. Fabaceae (= Leguminosae s.l.) **552**
1. Cercis 560
2. Ceratonia 560
3. Parkinsonia 560
4. Gleditsia 560
5. Acacia 560
6. Vachellia 560
7. Parasenegalia 560
8. Leucaena 560
9. Albizzia 561
10. Paraserianthes 561
11. Anagyris 561
12. Sophora 561
13. Laburnum 561
14. Cytisophyllum 561
15. Cytisus 561
16. Teline 562
17. Genista 562
18. Retama 565
19. Spartium 565
20. Ulex 565
21. Adenocarpus 565
22. Argyrolobium 566
23. Lupinus 566
24. Robinia 566
25. Wisteria 566
26. Galega 566
27. Sesbania 566
28. Colutea 566

29. Astragalus 566
30. Oxytropis 570
31. Glycyrrhiza 570
32. Amorpha 570
33. Bituminaria 570
34. Cullen 571
35. Apios 571
36. Phaseolus 571
37. Vigna 571
38. Pueraria 571
39. Glycine 571
40. Cicer 571
41. Vicia 571
42. Lens 574
43. Lathyrus 575
44. Pisum 578
45. Ononis 578
46. Melilotus 580
47. Trigonella 580
48. Medicago 581
49. Trifolium 584
50. Lotus 590
51. Hymenocarpus 592
52. Dorycnopsis 592
53. Anthyllis 592
54. Tripodion 592
55. Ornithopus 592
56. Securigera 592
57. Coronilla 593
58. Emerus 593
59. Hippocrepis 593
60. Scorpiurus 593
61. Sulla 593
62. Hedysarum 594
63. Onobrychis 594
64. Arachis 594
113. Polygalaceae 594
1. Polygala 594
114. Rhamnaceae 596
1. Paliurus 596
2. Colletia 596
3. Ziziphus 596
4. Rhamnus 597
5. Frangula 597
115. Elaeagnaceae 597
1. Hippophae 597
2. Elaeagnus 598
116. Ulmaceae 598
1. Ulmus 598
2. Zelkova 598
3. Celtis 598
117. Moraceae 599
1. Broussonetia 599
2. Morus 599
3. Maclura 599
4. Ficus 599
118. Cannabaceae 599
1. Humulus 599
2. Cannabis 599
119. Urticaceae 600
1. Urtica 600
2. Boehmeria 600
3. Parietaria 600
4. Soleirolia 601
120. Coriariaceae 601
1. Coriaria 601
121. Cucurbitaceae 601
1. Ecballium 602
2. Thladiantha 602
3. Bryonia 602
4. Cucumis 602
5. Citrullus 602
6. Lagenaria 602
7. Cucurbita 602
8. Sechium 602
9. Sicyos 603
10. Cyclanthera 603
11. Echinocystis 603
122. Betulaceae (incl. Corylaceae) **603**
1. Betula 603
2. Alnus 603
3. Corylus 604
4. Carpinus 604
5. Ostrya 604
123. Fagaceae 604
1. Fagus 604
2. Castanea 605
3. Quercus 605
124. Juglandaceae 606
1. Juglans 606
125. Rosaceae 607
1. Spiraea 609

2. Sorbaria 610
3. Physocarpus 610
4. Aruncus 610
5. Filipendula 610
6. Kerria 610
7. Rubus 610
8. Rosa 614
9. Agrimonia 617
10. Aremonia 617
11. Sanguisorba 617
12. Sarcopoterium 617
13. Dryas 617
14. Geum 617
15. Fragaria 618
16. Drymocallis 618
17. Dasiphora 618
18. Potentilla 618
19. Comarum 623
20. Sibbaldia 623
21. Alchemilla 623
22. Aphanes 623
23. Pyrus 623
24. Cydonia 624
25. Malus 624
26. Sorbus 624
27. Eriobotrya 624
28. Photinia 625
29. Amelanchier 625
30. Cotoneaster 625
31. Pyracantha 625
32. Mespilus 625
33. Crataegus 625
34. Prunus 626
126. Geraniaceae 628
1. Geranium 628
2. Pelargonium 630
3. Erodium 630
127. Onagraceae 633
1. Circaea 633
2. Gaura 633
3. Oenothera 633
4. Ludwigia 634
5. Epilobium 635
128. Lythraceae 635
1. Lythrum 636
2. Middendorfia 636
3. Peplis 636
4. Ammannia 636
5. Rotala 637
6. Lagerstroemia 637
7. Punica 637
8. Trapa 637
129. Myrtaceae 637
1. Myrtus 637
2. Eucalyptus 638
130. Staphyleaceae 638
1. Staphylea 638
131. Tropaeolaceae 638
1. Tropaeolum 638
132. Resedaceae 638
1. Reseda 638
2. Sesamoides 638
133. Capparaceae 639
1. Capparis 639
2. Cleome 639
3. Polanisia 639
134 Brassicaceae (= Cruciferae) **639**
1. Sisymbrium 648
2. Murbeckiella 648
3. Descurainia 649
4. Hugueninia 649
5. Alliaria 649
6. Arabidopsis 649
7. Braya 649
8. Myagrum 649
9. Isatis 649
10. Bunias 650
11. Erysimum 650
12. Hesperis 651
13. Malcolmia 651
14. Matthiola 652
15. Euclidium 652
16. Barbarea 653
17. Chorispora 653
18. Sisymbrella 653
19. Rorippa 654
20. Armoracia 654
21. Nasturtium 654
22. Cardamine 654
23. Arabis 656
24. Aubrieta 659
25. Lunaria 659

26. Alyssoides 659
27. Alyssum 659
28. Fibigia 660
29. Berteroa 660
30. Aurinia 660
31. Lobularia 661
32. Clypeola 661
33. Draba 661
34. Petrocallis 662
35. Cochlearia 662
36. Kernera 662
37. Rhizobotrya 662
38. Camelina 662
39. Neslia 663
40. Capsella 663
41. Hornungia 663
42. Jonopsidium 663
43. Bivonaea 663
44. Teesdalia 663
45. Noccaea 664
46. Thlaspi 665
47. Microthlaspi 665
48. Aethionema 665
49. Iberis 665
50. Biscutella 666
51. Lepidium 667
52. Coronopus 669
53. Conringia 669
54. Moricandia 669
55. Diplotaxis 669
56. Brassica 670
57. Sinapis 671
58. Eruca 671
59. Erucastrum 671
60. Coincya 672
61. Hirschfeldia 672
62. Carrichtera 672
63. Succowia 672
64. Erucaria 672
65. Cakile 672
66. Rapistrum 672
67. Crambe 672
68. Calepina 672
69. Morisia 672
70. Raphanus 673
135. Thymelaeaceae 673
1. Daphne 673
2. Thymelaea 674
136. Cistaceae 674
1. Cistus 674
2. Halimium 675
3. Tuberaria 675
4. Helianthemum 676
5. Fumana 677
137. Malvaceae (incl. Tiliaceae) **677**
1. Malope 678
2. Malva 678
3. Lavatera 679
4. Althaea 679
5. Alcea 680
6. Abutilon 680
7. Sida 680
8. Anoda 680
9. Modiola 680
10. Gossypium 680
11. Hibiscus 680
12. Kosteletzkya 680
13. Tilia 680
138. Rutaceae (incl. Cneoraceae) **681**
1. Ruta 681
2. Haplophyllum 681
3. Dictamnus 681
4. Citrus 682
5. Cneorum 682
139. Meliaceae 682
1. Melia 682
140. Simaroubaceae 682
1. Ailanthus 682
141. Anacardiaceae 682
1. Rhus 683
2. Cotinus 683
3. Pistacia 683
4. Schinus 683
142. Sapindaceae (incl. Aceraceae) **683**
1. Acer 683
2. Aesculus 685
143. Cytinaceae (incl. Rafflesiaceae) **685**
1. Cytinus 685
144. Cynomoriaceae 685
1. Cynomorium 685
145. Cornaceae 685
1. Cornus 685

146. Balsaminaceae **686**
1. Impatiens 686
147. Polemoniaceae **686**
1. Polemonium 686
2. Collomia 686
148. Ebenaceae **686**
1. Diospyros 686
149. Hydrangeaceae **687**
1. Philadelphus 687
2. Hydrangea 687
3. Deutzia 687
150-152. Primulaceae s.l. **687**
150. Theophrastaceae **689**
1. Samolus 689
151. Primulaceae **689**
1. Primula 689
2. Androsace 691
3. Cortusa 693
4. Soldanella 693
5. Hottonia 694
152. Myrsinaceae **694**
1. Cyclamen 694
2. Lysimachia 694
3. Trientalis 695
4. Asterolinon 695
5. Anagallis 695
6. Coris 695
153. Ericaceae (incl. Pyrolaceae ed Empetraceae) **695**
1. Pyrola 696
2. Hypopitys 696
3. Erica 696
4. Calluna 697
5. Rhododendron 697
6. Rhodothamnus 697
7. Kalmia 697
8. Arbutus 697
9. Arctostaphylos 697
10. Andromeda 697
11. Vaccinium 697
12. Empetrum 698
154. Styracaceae **698**
1. Styrax 698
155. Rubiaceae **698**
1. Plocama 699
2. Sherardia 699
3. Crucianella 699
4. Asperula 699
5. Galium 700
6. Cruciata 704
7. Valantia 704
8. Rubia 704
9. Theligonum 704
156. Gentianaceae **704**
1. Cicendia 705
2. Exaculum 705
3. Blackstonia 705
4. Centaurium 705
5. Gentiana 705
6. Gentianopsis 708
7. Comastoma 708
8. Gentianella 708
9. Lomatogonium 709
10. Swertia 709
157. Apocynaceae **710**
1. Nerium 710
2. Trachomitum 710
3. Vinca 710
4. Araujia 710
5. Periploca 711
6. Asclepias 711
7. Cynanchum 711
8. Vincetoxicum 711
9. Caralluma 711
158. Boraginaceae **712**
1. Heliotropium 716
2. Lithospermum 716
3. Neatostema 716
4. Buglossoides 716
5. Glandora 716
6. Onosma 716
7. Cerinthe 717
8. Moltkia 717
9. Alkanna 717
10. Echium 717
11. Pulmonaria 718
12. Nonea 719
13. Melanortocarya 719
14. Symphytum 719
15. Anchusa 720
16. Lycopsis 720
17. Pentaglottis 720

18. Cynoglottis 721
19. Brunnera 721
20. Hormuzakia 721
21. Anchusella 721
22. Borago 721
23. Asperugo 721
24. Amsinckia 721
25. Myosotis 721
26. Eritrichium 722
27. Lappula 722
28. Omphalodes 723
29. Cynoglossum 723
30. Solenanthus 723
31. Phacelia 723
32. Wigandia 724
159. Oleaceae 724
1. Jasminum 724
2. Fontanesia 724
3. Forsythia 724
4. Fraxinus 725
5. Syringa 725
6. Ligustrum 725
7. Olea 725
8. Phillyrea 725
160. Verbenaceae 726
1. Lantana 726
2. Verbena 726
3. Phyla 726
4. Lippia 726
161. Lamiaceae (= Labiatae) **.....726**
1. Ajuga 731
2. Teucrium 731
3. Scutellaria 732
4. Prasium 732
5. Marrubium 732
6. Sideritis 732
7. Melittis 733
8. Phlomis 733
9. Galeopsis 733
10. Lamium 733
11. Galeobdolon 734
12. Leonurus 734
13. Moluccella 735
14. Ballota 735
15. Stachys 735
16. Nepeta 736
17. Glechoma 737
18. Dracocephalum 737
19. Physostegia 737
20. Prunella 737
21. Melissa 737
22. Ziziphora 737
23. Satureja 737
24. Micromeria 738
25. Calamintha 738
26. Acinos 739
27. Clinopodium 739
28. Hyssopus 739
29. Origanum 739
30. Thymus 740
31. Thymbra 742
32. Lycopus 742
33. Mentha 742
34. Perilla 743
35. Rosmarinus 743
36. Lavandula 743
37. Horminum 743
38. Salvia 743
39. Ocimum 744
40. Elsholtzia 744
41. Clerodendrum 745
42. Vitex 745
162-165. Scrophulariaceae s.l. 745
162. Linderniaceae 747
1. Limnophila 747
2. Lindernia 747
3. Limosella 748
163. Scrophulariaceae s.s. **.....748**
1. Verbascum 748
2. Scrophularia 750
3. Buddleja 751
164. Orobanchaceae 751
1. Melampyrum 752
2. Tozzia 753
3. Euphrasia 753
4. Odontites 755
5. Bartsia 756
6. Parentucellia 756
7. Pedicularis 756
8. Rhinanthus 758
9. Rhynchocorys 759
10. Lathraea 759

11. Orobanche 759
165. Plantaginaceae 762
1. Anarrhinum 763
2. Antirrhinum 764
3. Misopates 764
4. Chaenorhinum 764
5. Linaria 764
6. Cymbalaria 765
7. Kickxia 766
8. Digitalis 766
9. Erinus 766
10. Wulfenia 766
11. Paederota 766
12. Veronica 766
13. Plantago 770
14. Littorella 772
15. Hippuris 773
16. Callitriche 773
17. Globularia 774
18. Gratiola 774
166. Bignoniaceae 774
1. Tecoma 774
2. Paulownia 774
3. Catalpa 775
167. Acanthaceae 775
1. Acanthus 775
2. Justicia 775
168. Pedaliaceae 775
1. Sesamum 775
169. Phrymaceae 775
1. Mimulus 776
2. Mazus 776
170. Lentibulariaceae 776
1. Pinguicula 776
2. Utricularia 777
171. Convolvulaceae 778
1. Cuscuta 778
2. Cressa 779
3. Dichondra 779
4. Calystegia 779
5. Convolvulus 779
6. Ipomoea 780
172. Solanaceae 780
1. Nicandra 781
2. Lycium 781
3. Atropa 781
4. Scopolia 781
5. Hyoscyamus 781
6. Withania 781
7. Physalis 782
8. Salpichroa 782
9. Solanum 782
10. Capsicum 783
11. Mandragora 783
12. Datura 783
13. Cestrum 784
14. Nicotiana 784
15. Petunia 784
173. Aquifoliaceae 784
1. Ilex 784
174. Pittosporaceae 784
1. Pittosporum 784
175. Araliaceae 784
1. Aralia 785
2. Fatsia 785
3. Hedera 785
4. Hydrocotyle 785
176. Apiaceae (= Umbelliferae) **.....785**
1. Sanicula 795
2. Hacquetia 796
3. Astrantia 796
4. Eryngium 796
5. Lagoecia 797
6. Petagnaea 797
7. Echinophora 797
8. Myrrhoides 797
9. Chaerophyllum 797
10. Anthriscus 797
11. Scandix 798
12. Myrrhis 798
13. Molopospermum 798
14. Coriandrum 798
15. Bifora 798
16. Smyrnium 798
17. Bunium 799
18. Conopodium 799
19. Geocaryum 799
20. Bubon 799
21. Pimpinella 799
22. Aegopodium 800
23. Sium 800
24. Berula 800

25. Crithmum 800
26. Seseli 800
27. Oenanthe 801
28. Aethusa 801
29. Athamanta 801
30. Grafia 802
31. Foeniculum 802
32. Anethum 802
33. Kundmannia 802
34. Silaum 802
35. Trochiscanthes 802
36. Meum 802
37. Physospermum 803
38. Conium 803
39. Pleurospermum 803
40. Cachrys 803
41. Heptaptera 803
42. Magydaris 803
43. Bupleurum 803
44. Trinia 804
45. Cuminum 804
46. Apium 805
47. Cyclospermum 805
48. Helosciadium 805
49. Petroselinum 805
50. Ridolfia 805
51. Sison 805
52. Cicuta 805
53. Lereschia 805
54. Ammi 805
55. Visnaga 805
56. Ptychotis 806
57. Ammoides 806
58. Falcaria 806
59. Carum 806
60. Katapsuxis 806
61. Selinum 806
62. Pachypleurum 806
63. Mutellina 807
64. Coristospermum 807
65. Angelica 807
66. Levisticum 807
67. Bonannia 807
68. Krubera 807
69. Ferula 807
70. Ferulago 807
71. Opopanax 808
72-81. Aggregato di Peucedanum L. 808
72. Cervaria 808
73. Imperatoria 808
74. Tommasinia 808
75. Peucedanum 809
76. Holandrea 809
77. Siculosciadium 809
78. Xanthoselinum 809
79. Oreoselinum 809
80. Pteroselinum 809
81. Thysselinum 809
82. Pastinaca 809
83. Heracleum 809
84. Tordylium 810
85. Elaeoselinum 810
86. Laserpitium 810
87. Thapsia 810
88. Rouya 810
89. Torilis 811
90. Caucalis 811
91. Turgenia 811
92. Orlaya 811
93. Daucus 811
177. Adoxaceae 812
1. Adoxa 812
2. Sambucus 812
3. Viburnum 812
178. Caprifoliaceae 813
1. Weigela 813
2. Leycesteria 813
3. Symphoricarpos 813
4. Lonicera 813
179. Linnaeaceae 814
1. Linnaea 814
180. Valerianaceae 814
1. Valerianella 814
2. Fedia 816
3. Valeriana 816
4. Centranthus 817
181. Dipsacaceae 818
1. Cephalaria 818
2. Dipsacus 819
3. Succisa 819
4. Succisella 819
5. Knautia 820

6-10. Gruppo Scabiosa s.l. 821
6. Lomelosia 822
7. Pseudoscabiosa 822
8. Scabiosa 822
9. Sixalix 823
10. Pycnocomon 823
11. Pterocephalus 824
182. Campanulaceae 824
1. Adenophora 824
2. Legousia 825
3. Trachelium 825
4. Campanula 825
5. Asyneuma 829
6. Phyteuma 830
7. Physoplexis 831
8. Wahlenbergia 831
9. Edraianthus 831
10. Jasione 831
11. Solenopsis 831
183. Menyanthaceae 832
1. Menyanthes 832
2. Nymphoides 832
184. Asteraceae (= Compositae) **832**
1. Eupatorium 850
2. Solidago 850
3. Euthamia 851
4. Dichrocephala 851
5. Aster 851
6. Galatella 851
7. Tripolium 851
8. Bellidiastrum 851
9. Symphyotrichum 851
10. Callistephus 852
11. Erigeron 852
12. Bellis 853
13. Bellium 853
14. Bombycilaena 853
15. Micropus 854
16. Filago 854
17. Logfia 855
18. Antennaria 855
19. Leontopodium 855
20. Gnaphalium 855
21. Gamochaeta 855
22. Pseudognaphalion 856
23. Laphangium 856
24. Phagnalon 856
25. Xerochrysum 856
26. Helichrysum 856
27. Castroviejoa 857
28. Inula 857
29. Limbarda 858
30. Dittrichia 858
31. Chiliadenus 858
32. Pulicaria 858
33. Carpesium 858
34. Buphthalmum 858
35. Heliopsis 859
36. Telekia 859
37. Xerolekia 859
38. Asteriscus 859
39. Pallenis 859
40. Bidens 859
41. Guizotia 860
42. Coreopsis 860
43. Cosmos 860
44. Sigesbeckia 860
45. Eclipta 860
46. Rudbeckia 860
47. Ratibida 860
48. Helianthus 860
49. Silphium 861
50. Zinnia 861
51. Ambrosia 861
52. Xanthium 861
53. Galinsoga 862
54. Gaillardia 862
55. Tagetes 862
56. Cotula 862
57. Soliva 862
58. Eriocephalus 862
59. Chrysanthemum 862
60. Artemisia 863
61. Anacyclus 864
62. Achillea 864
63. Matricaria 866
64. Anthemis 866
65. Cota 868
66. Tripleurospermum 868
67. Tanacetum 868
68. Nananthea 868
69. Leucanthemopsis 869

70. Coleostephus 869
71. Mauranthemum 869
72. Plagius 869
73. Leucanthemum 869
74. Santolina 870
75. Chamaemelum 871
76. Cladanthus 871
77. Glebionis 871
78. Argyranthemum 871
79. Lonas 871
80. Tussilago 871
81. Petasites 871
82. Homogyne 872
83. Adenostyles 872
84. Arnica 872
85. Doronicum 872
86-91. Senecio L. s.l. 873
86. Tephroseris 874
87. Jacobaea 875
88. Senecio 877
89. Delairea 879
90. Roldana 879
91. Kleinia 879
92. Chrysanthemoides 879
93. Calendula 879
94. Arctotheca 880
95. Gazania 880
96. Arctium 880
97. Staehelina 880
98. Carduus 880
99. Picnomon 882
100. Notobasis 882
101. Ptilostemon 882
102. Lamyropsis 882
103. Cirsium 883
104. Cynara 884
105. Silybum 884
106. Tyrimnus 885
107. Galactites 885
108. Onopordum 885
109. Saussurea 885
110. Jurinea 885
111. Berardia 885
112. Crupina 885
113. Serratula 886
114. Klasea 886
115. Volutaria 886
116. Mantisalca 886
117. Rhaponticum 886
118. Rhaponticoides 886
119. Cheirolophus 886
120. Centaurea 887
121. Cyanus 893
122. Carthamus 894
123. Cardopatium 894
124. Xeranthemum 894
125. Carlina 895
126. Atractylis 895
127. Echinops 895
128. Scolymus 896
129. Catananche 896
130. Cichorium 896
131. Lapsana 896
132. Aposeris 896
133. Tolpis 896
134. Hyoseris 897
135. Arnoseris 897
136. Rhagadiolus 897
137. Hedypnois 897
138. Geropogon 897
139. Tragopogon 897
140. Scorzonera 898
141. Podospermum 898
142. Hypochaeris 899
143. Urospermum 899
144. Leontodon 899
145. Scorzoneroides 901
146. Picris 902
147. Helminthotheca 902
148. Andryala 902
149. Chondrilla 903
150. Willemetia 903
151. Taraxacum 903
152. Launaea 904
153. Sonchus 904
154. Aetheorhiza 905
155. Lactuca 905
156. Reichardia 905
157. Crepis 906
158. Prenanthes 910
159. Pilosella 910
160. Hieracium 911

161. Schlagintweitia 911

Accipe, Posteritas! 913

Addenda et corrigenda 918

Indice dei volumi I - II - III - IV 925

Indice analitico del volume IV ... .946

Tavole sinottiche delle famiglie XXXV

1. Equisetaceae XXXVI
2. Lycopodiaceae XXXVI
3. Selaginellaceae XXXVI
4. Isoëtaceae XXXVII
5. Ophioglossaceae XXXVII
6. Botrychiaceae XXXVIII
7. Osmundaceae XXXVIII
8. Pteridaceae XXXVIII
9. Hemionitidaceae XXXIX
10. Cryptogrammaceae XXXIX
11. Adiantaceae XXXIX
12. Sinopteridaceae XXXIX
13. Hymenophyllaceae XL
14. Hypolepidaceae XL
15. Polypodiaceae XL
16. Thelypteridaceae.....XL
17. Aspleniaceae XLI
18. Athyriaceae XLI
19. Woodsiaceae XLII
20. Onocleaceae XLII
21. Dryopteridaceae XLII
22. Nephrolepidaceae XLIII
23. Blechnaceae XLIII
24. Marsileaceae XLIII
25. Salviniaceae XLIII
26. Azollaceae XLIV
27. Pinaceae XLIV
28. Taxodiaceae XLV
29. Cupressaceae XLV
30. Taxaceae XLV
30/b. Ginkgoaceae XLVI
31. Ephedraceae XLVI
32. Nymphaeaceae XLVI
33. Ceratophyllaceae XLVII
34. Magnoliaceae XLVII
35. Lauraceae XLVII
36. Aristolochiaceae XLVIII
37. Saururaceae XLVIII
38. Acoraceae XLVIII
39. Araceae XLVIII
40. Tofieldiaceae XLIX
41. Butomaceae XLIX
42. Hydrocharitaceae XLIX
43. Alismataceae L
44. Scheuchzeriaceae L
45. Juncaginaceae L
46. Cymodoceaceae LI
47. Posidoniaceae LI
48. Ruppiaceae LI
49. Zosteraceae LI
50. Potamogetonaceae LII
51. Dioscoreaceae LII
52. Melanthiaceae LIII
53. Colchicaceae LIII
54. Smilacaceae LIII
55. Liliaceae LIV
56. Asparagaceae LIV
57. Amaryllidaceae LVI
58. Asphodelaceae LVII
59. Iridaceae LVIII
60. Orchidaceae LIX
61. Arecaceae (Palmae) LX
62. Sparganiaceae LX
63. Typhaceae LXI
64. Juncaceae LXI
65. Cyperaceae LXII
66. Eriocaulaceae LXIII
67. Poaceae (Graminaceae) LXIV
68. Commelinaceae LXVI
69. Pontederiaceae LXVI
70. Cannaceae LXVI
70/b. Musaceae LXVII
71. Berberidaceae LXVII
72. Ranunculaceae LXVII
73. Lardizabalaceae LXIX
74. Papaveraceae LXX

75. Nelumbonaceae LXXI
76. Platanaceae LXXI
77. Loranthaceae LXXI
78. Santalaceae LXXII
79. Paeoniaceae LXXII
80. Crassulaceae LXXIII
81. Haloragaceae LXXIV
82. Grossulariaceae LXXIV
83. Saxifragaceae LXXIV
84. Droseraceae LXXV
85. Tamaricaceae LXXV
86. Frankeniaceae LXXVI
87. Plumbaginaceae LXXVI
88. Polygonaceae LXXVII
89. Caryophyllaceae LXXVIII
90. Amaranthaceae (incl. Chenopodiaceae) LXXIX
91. Aizoaceae LXXXI
92. Phytolaccaceae LXXXI
93. Nyctaginaceae LXXXII
94. Molluginaceae LXXXII
95. Cactaceae LXXXII
96. Basellaceae LXXXIII
97. Portulacaceae LXXXIII
98. Vitaceae LXXXIII
99. Buxaceae LXXXIV
100. Hypericaeae LXXXIV
101. Elatinaceae LXXXIV
102. Actinidiaceae LXXXIV
103. Euphorbiaceae LXXXV
104. Oxalidaceae LXXXVI
105. Zygophyllaceae LXXXVII
106. Celastraceae LXXXVII
107. Parnassiaceae LXXXVII
108. Violaceae LXXXVII
109. Salicaceae LXXXVIII
110. Passifloraceae LXXXIX
111. Linaceae XC
112. Fabaceae (Leguminosae) XC
113. Polygalaceae XCII
114. Rhamnaceae XCIII
115. Elaeagnaceae XCIII
116. Ulmaceae XCIV
117. Moraceae XCIV
118. Cannabaceae XCV
119. Urticaceae XCV
120. Coriariaceae XCVI
121. Cucurbitaceae XCVI
122. Betulaceae (incl. Corylaceae) XCVII
123. Fagaceae XCVIII
124. Juglandaceae XCIX
125. Rosaceae XCIX
126. Geraniaceae CI
127. Onagraceae CII
128. Lythraceae CII
129. Myrtaceae CIII
130. Staphyleaceae CIV
131. Tropaeolaceae CIV
132. Resedaceae CIV
133. Capparaceae CV
134. Brassicaceae (Cruciferae) CV
135. Thymelaeaceae CVI
136. Cistaceae CVII
137. Malvaceae (incl. Tiliaceae) CVII
138. Rutaceae (incl. Cneoraceae) CVIII
139. Meliaceae CIX
140. Simaroubaceae CIX
141. Anacardiaceae CIX
142. Sapindaceae (incl. Aceraceae) CX
143. Cytinaceae CX
144. Cynomoriaceae CXI
145. Cornaceae CXI
146. Balsaminaceae CXI
147. Polemoniaceae CXII
148. Ebenaceae CXII
149. Hydrangeaceae CXII
150. Theophrastaceae CXIII
151. Primulaceae CXIII
152. Myrsinaceae CXIV
153. Ericaceae (incl. Pyrolaceae ed Empetraceae) CXIV
154. Styracaceae CXVI
155. Rubiaceae CXVI
156. Gentianaceae CXVII
157. Apocynaceae (incl. Asclepiadaceae) CXVIII
158. Boraginaceae CXVIII
159. Oleaceae CXIX
160. Verbenaceae CXX
161. Lamiaceae (Labiatae) CXXI

162. Linderniaceae CXXII
163. Scrophulariaceae CXXII
164. Orobanchaceae CXXIII
165. Plantaginaceae CXXIV
166. Bignoniaceae CXXV
167. Acanthaceae CXXV
168. Pedaliaceae CXXVI
169. Phrymaceae CXXVI
170. Lentibulariaceae CXXVI
171. Convolvulaceae CXXVII
172. Solanaceae CXXVIII
173. Aquifoliaceae CXXIX
174. Pittosporaceae CXXIX
175. Araliaceae CXXIX
176. Apiaceae (Umbelliferae) CXXIX
177. Adoxaceae CXXX
178. Caprifoliaceae CXXXI
179. Linnaeaceae CXXXI
180. Valerianaceae CXXXI
181. Dipsacaceae CXXXII
182. Campanulaceae CXXXIII
183. Menyanthaceae CXXXIV
184. Asteraceae (Compositae) CXXXIV

Flora Digitale - Istruzioni per l'uso CXXXVIII

Introduzione

Impostazione generale

Nella letteratura scientifica, con il nome di "Flora", si indica un testo (libro o articolo) destinato a dare informazioni sulle singole specie vegetali che sono note per un certo territorio; analogamente, la Fauna descrive le specie animali. In entrambi i casi, l'unità di base è la singola specie, cioè l'oggetto da descrivere, però la descrizione di una singola specie, oppure di un gruppo di specie, non è sufficiente a costituire una Flora. Per avere il titolo di "Flora" è essenziale che la descrizione venga data per tutti i vegetali presenti nella zona esaminata, che può essere molto estesa (l'area di uno Stato o di un continente) o molto piccola (un'isoletta, la cima di un monte), ma sempre con limiti ben definiti. In generale una Flora può illustrare le piante di una città, una provincia, oppure un intero Stato, come nel nostro caso.
Le prime opere stampate con il carattere (e il nome) di "Flora" risalgono al sec. XVI.
La presente *Flora* consiste nella descrizione delle specie di piante vascolari che sono state finora individuate entro i confini politici della Repubblica Italiana (la superficie complessiva supera di poco 300.000 km^2). Trattandosi di un complesso di oltre 7mila unità, è molto difficile riconoscere ogni singolo componente. Risulta quindi molto importante che le descrizioni dei singoli elementi (specie) siano ordinate così da formare gruppi più ampi, a loro volta disposti in modo che il lettore sia aiutato nel riconoscimento dei singoli componenti (vedi avanti "**Metodi analitici**").
La denominazione di ogni specie è costituita da due parti: (1) il nome del genere, spesso derivante da antichi nomi latini, e l'epiteto specifico, anche questo in latino. La sequenza dei generi nelle opere più antiche era spesso in senso alfabetico, ed entro il genere le specie erano nuovamente nell'ordine alfabetico degli epiteti specifici: in questo modo era facile trovare una specie, però ad es. il nome di *Pinus* (il pino) era seguito da *Pisum* (il pisello), ravvicinando due piante di aspetto completamente differente. Un notevole progresso si ebbe con Linneo, che nel 1752 pubblicò la sua opera fondamentale *Species Plantarum*, contenente la descrizione di oltre 5000 specie ripartite tra gruppi definiti in base al numero (indicato in greco antico) degli organi fiorali maschili (stami) e femminili (pistillo): in questo modo la semplice osservazione del fiore permetteva di identificare immediatamente il gruppo di appartenenza, es. *Pentandrya monogyna* per la *Campanula*, il cui fiore ha appunto 5 stami e un pistillo. In seguito sono state adottate classificazioni sempre più sofisticate, fino alle attuali, basate essenzialmente sulla ricostruzione di cladi evolutivi (classificazione filogenetica). Di tipo filogenetico è anche la classificazione da noi adottata, secondo le conoscenze più recenti (che tuttavia non si possono ancora considerare definitive).
In conclusione, se uno crede che per scrivere una Flora basti mettere in fila le specie e aggiungerci una chiave analitica, si sbaglia di grosso. Il concetto di Flora, per venire trasmesso con successo deve essere basato non soltanto sulla conoscenza delle singole specie, ma anche delle relazioni reciproche che collegano le specie in gruppi più ampi, e come queste si sono stabilite, e corrispondentemente delle relazioni con la fauna e con l'ambiente. Quest'ultimo non è un mero contenitore di flora e fauna, ma è collegato a queste da una complessa rete di azioni e reazioni. È quello che qui abbiamo tentato di fare, sulla base dell'esperienza personale e delle fonti bibliografiche, mia e degli altri partecipanti: una base certo incompleta, ma maturata attraverso una lunga vicenda di studi sul territorio. Sul successo di questo tentativo, ciascuno potrà giudicare.

Flora Stampata e Flora Digitale

Le informazioni sommariamente riassunte nel paragrafo precedente descrivono criteri di significato generale, già utilizzati nella prima edizione della *Flora* e in uso nella grande maggioranza delle opere floristiche pubblicate negli ultimi decenni, almeno per quanto riguarda la flora europea e mediterranea. Questi criteri sono applicati integralmente per la rea-

lizzazione del libro che contiene il testo di quella che indicheremo come *Flora Stampata*.
A questo punto tuttavia si presenta una novità importante: la **struttura duale**, che distingue in maniera essenziale questa *Flora*, rispetto alla prima edizione del 1982 e alla totalità delle flore attualmente in uso nella nostra area geografica.
La struttura duale dell'opera dipende dal fatto che alla *Flora Stampata* su carta si associa in maniera indissolubile la *Flora Digitale*, costituita da testi, illustrazioni e procedure di elaborazione riguardanti lo stesso pool di specie che formano il contenuto della *Flora Stampata*. Pertanto, la flora del territorio italiano viene presentata in due versioni, perfettamente corrispondenti l'una all'altra, di cui la prima è su carta stampata, secondo le procedure convenzionali, e può venire utilizzata solamente mediante la lettura, mentre la *Flora Digitale* è costituita da un complesso di descrizioni, immagini e utilità operative. L'informazione contenuta nelle due *Flore* è identica, ma tra le due esiste una differenza essenziale; nella *Flora Stampata* la posizione del lettore è di una sostanziale passività, mentre la *Flora Digitale* apre possibilità praticamente infinite per attività di carattere creativo.
La struttura duale, con la combinazione di due differenti tipi di approccio, costituisce una novità assoluta di questa nuova *Flora d'Italia*.
La collaborazione tra me, come Autore della *Flora Stampata*, e gli amici Guarino e La Rosa, come Autori della *Flora Digitale* non è il frutto di un accordo preliminare, ma è nata come effetto della sinergia, sviluppata tra noi nel corso della realizzazione dell'opera. Dapprima, si pensava a una normale collezione di immagini da consultare in maniera occasionale, poi si è sviluppata, in maniera del tutto spontanea, la fondamentale partecipazione di molti studiosi dell'ambiente naturale, tanto precisi quanto modesti, arrivando a una copertura del territorio che altrimenti sarebbe stata impensabile.
Per quanto mi riguarda, ho largamente usato la *Flora Digitale* per la preparazione dei testi, ma senza arrivare ad approfittare completamente delle sue grandi opportunità, perché questo avrebbe portato a un livello di approfondimento che supera largamente le possibilità di un'opera stampabile.
Qui si pone il problema: si può considerare sicuro che l'identificazione delle immagini fotografate corrisponda esattamente alle specie descritte nel testo stampato? In realtà, un controllo completo delle immagini avrebbe richiesto un impegno superiore alle mie possibilità, ma quello che ho visto mi dà la tranquillità che si tratti di materiale di prima qualità e, al momento, del più ricco e completo repertorio di informazioni digitali sulla flora italiana.

Collaboratori

Per trattamento monografico di gruppi tassonomici o collaborazione su temi specifici

Ardenghi N. (*Festuca*)
Banfi E. (Poaceae)
Barberis G. (*Cerastium*)
Bartolucci F. (*Thymus*)
Brullo S. (*Allium*, *Limonium* etc. – vedi testo successivo)
Camarda I. (*Colchicum*)
Casazza G. (*Moehringia*)
Colasante M. (Iridaceae)
Costalonga S. (*Luzula pedemontana*, *Poa hybrida*)
Cristofolini G. (*Cytisus*, *Pulmonaria*)
Danin A. (*Capparis*)
Desfayes M. (molti gruppi di idrofite)
Di Pietro R. (*Sesleria*)
Domina G. (*Orobanche*, *Portulaca*)
Dunkel F. (*Ranunculus* gr. *auricomus*)
Feoli Chiapella L. (Genisteae)
Festi F. (*Alchemilla*)
Fior S. (*Aquilegia*)
Fischer M.A. (*Paederota*, *Veronica*, *Wulfenia*)
Foggi B. (*Festuca*)
Fridlender A. (*Arum*, *Colchicum*)
Frignani F. (*Romulea*)
Galasso G. (Polygonaceae *p. max. p.*)
Gallo L. (*Agave*, *Yucca*, Crassulaceae)
Garbari F. (*Hyacinthus*, *Brimeura*, *Bellevalia*, *Muscari*, *Muscarimia*, *Ornithogalum s.l.*)
Gargano M.L. (*Tamarix*)
Gottschlich G. (*Hieracium*, *Pilosella*)
Grunanger P. (Orchidaceae)
Guarino R. (*Allium*, *Limonium* etc., – vedi testo successivo)
Guiggi A. (Cactaceae)
Iamonico D. (Amaranthaceae-Amaranthoideae, *Chenopodium*, *Atriplex*, Asteraceae)
Iberite M. (*Arthrocnemum*, *Salicornia*, *Sarcocornia*)
Iiriti L. (*Romulea*)
Lattanzi E. (*Rosa*)
Lo Presti R.M. (Anthemideae)
Lucchese F. (*Crepis p.p.*)
Mandracchia G. (*Tamarix*)
Marchetti D. (Pteridophyta, *Tritonia*, *Aquilegia*, *Fumana*)
Marhold K. (*Cardamine*)
Martini F. (*Salix*, *Aconitum p.p.*)
Minuto L. (*Moehringia*)
Moraldo B. (*Stipa*)
Nardi E. (*Aquilegia*)
Oberprieler C. (Anthemideae)
Pagitz K. (*Rubus*)
Paiero G. (*Salix*)
Parolo G. (*Festuca*)
Passalacqua N. (*Paeonia*)
Peccenini S. (*Erysimum*)
Peruzzi L. (*Fritillaria*, *Gagea*, *Ornithogalum s.l.*, *Sternbergia*, Lentibulariaceae etc.)
Pignatti G. (*Acacia*, *Eucalyptus*)
Poldini L. (*Helleborus*)
Raffaelli M. (*Polygonum s.s.*, *Biscutella*)
Rossi G. (*Festuca*)
Saiani D. (*Callitriche*)
Selvi F. (Boraginaceae, *Alyssum*)
Soldano A. (*Oenothera*)
Starmühler W. (*Aconitum*)
Stinca A. (Apiaceae, *Oxalis*)
Tarquini F. (*Romulea p.p.*)
Tison J.M. (*Gagea*, *Ornithogalum s.l.*)
Tornadore N. (*Ornithogalum s.l.*)
Troìa A. (*Cytisus*, *Sedum*)
Venturella G. (*Tamarix*)
Verloove F. (*Eleocharis*, *Juncus*)
Vogt R. (Anthemideae *p.p.*)
Zanotti E. (descrizioni originali di varie neofite)
Zidorn Ch. (*Leontodon*, Scorzoneroides)
Zozomvá Lihová J. (*Cardamine*)

Più in particolare, i generi riveduti da Brullo S. e Guarino R. sono i seguenti: *Adenocarpus*, *Allium*, *Armeria*, *Limonium*, *Salsola*, *Suaeda*, *Halocnemum*, *Cremnophyton*, *Hyoseris*, *Quercus*.

Inoltre, Brullo S. e Guarino R. hanno apportato svariate aggiunte/integrazioni ad altri generi, di cui è difficile tenere conto. Tra questi: *Zannichellia*, *Silene* gr. *colorata* e gr. *velutina*, *Dianthus*, *Salix* (limitatamente alla Sect. *Pedicellata*), *Bituminaria*; la sect. *Calicotome* del gen. *Cytisus*; *Genista*, *Aurinia*; *Brassica*, *Hornungia revelierei*, *Helianthemum sicanorum*, *Ruta lamarmorae/corsica*, *Acer*, *Myosotis sicula*, *Calamintha*, *Acinos*, *Linaria*, *Plantago*, *Cephalaria*, *Helichrysum*, *Logfia*, *Soliva*, *Centaurea* gr. *deusta*.
Per quanto riguarda l'apporto personale di R. Guarino alla redazione dei testi, oltre a collaborare all'attività di coordinamento redazionale, ha inserito innumerevoli integrazioni al paragrafo su "Preferenze ecologiche e fitosociologia", in particolar modo con riferimento alle specie mediterranee.

Per la trattazione generalizzata di argomenti morfologici o funzionali

Bianco M. (terpeni)
De Lillis M. (terpeni)
Grilli M. (piante allergeniche)
Mazzeo G. (impollinazione)
Nepi M. (impollinazione, riproduzione)
Pacini E. (impollinazione, riproduzione)
Winkel (botanica goetheana)

Per appunti territoriali e collaborazioni su argomenti singoli

Alessandrini A. (Appennino Emiliano)
Antonietti A. (Ossola)
Bona I. (Prealpi Lombarde)
Bovio M. (Val d'Aosta)
Di Martino A. (Sicilia)
Fenaroli F. (Prealpi Lombarde)
Ferranti R. (Valtellina)
Galasso G. (esotiche)
Giordana F. (Acta Plantarum)
Guarino R. (Lago di Garda, Tavole delle Famiglie)
Gubellini L. (Marche)
La Rosa M. (Tavole delle Famiglie)
Lucchese F. (Lazio, Molise)
Martini E. (Alpi Marittime)
Martini F. (Endemismi Alpi Orientali)
Mascagni A. (identificazione pronubi)
Paglia S. (Lazio)
Peccenini S. (Genova)
Pellegrino G. (Alpi Cozie e Marittime)
Pietrosanti S. (Lazio)
Poldini L. (Trieste, Friuli, Carnia)
Prosser F. (Trentino)
Raimondo F. (Sicilia)
Rasetti F. (Orchidee)
Semprini F. (Romagna)
Tagliaferri F. (Bresciano)
Zanotti E. (esotiche).

Va poi ricordata la fattiva collaborazione dei responsabili di vari servizi delle Istituzioni nelle quali è stata sviluppata questa ricerca, collegata alla redazione della *Flora*, in particolare:

- dr. A. Savoia-Ubrizsy del Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università di Roma "La Sapienza" e M. Pierfranchi dell'Erbario;
- dr. T. Babusci della Biblioteca dello stesso Dipartimento;
- dr. Vidali M. dell'Erbario del Dipartimento di Botanica dell'Università di Trieste;
- il personale della Biblioteca dell'Accademia Nazionale dei Lincei, nel suo Direttore dr. M. Guardo e i bibliotecari dr. E. Antetomaso, dr. A. Romanello;
- il prof. F. Raimondo, Direttore dell'Erbario dell'Università di Palermo, e i curatori e tecnici che mi hanno aiutato nella consultazione degli erbari di Palermo (G. Certa, G. di Martino, E. Gristina, G. Scafidi).

Con questi nomi non si esaurisce la lista dei collaboratori: va ricordato il contributo essenziale di molti per la realizzazione della *Flora Digitale* (che viene dettagliato altrove) e l'appoggio costante di tanti amici, colleghi e anche – in senso più generale – cultori della *Amabilis Scientia*, senza il cui aiuto quest'opera non avrebbe potuto essere realizzata.

Nota – Recentemente, cercando su Internet altre cose, sono arrivato a un gustoso scambio di messaggi riguardante la prima edizione di questa *Flora*: uno degli interlocutori spiegava che "per la prima edizione il Pignatti è stato aiutato da moltissimi specialisti" e l'altro rispondeva "allora Pignatti ha soltanto messo assieme i testi scritti da altri ..." – se fosse stato soltanto un lavoro di copia-incolla non ci avrei lavorato per 13 anni, osservo io.
Per evitare simili malintesi, questa volta ho fatto un calcolo preciso: in questa seconda edizione, il 78% dei generi sono opera mia personale, mentre il 22% dei generi è redatto da specialisti (spesso si tratta di stranieri e in tal caso la traduzione è mia).
Teniamo però presente che il valore di un contributo non si misura dalla quantità delle pagine, ma dal contenuto scientifico, che è altissimo, particolarmente nei generi trattati da specialisti, e per questo dobbiamo essere tutti riconoscenti verso i collaboratori.

Prolegomeni al Vol. 4

(In collaborazione con R. Guarino)

Premessa

1. Autocritica

Nello scrivere questa Flora, mi è spesso venuto in mente che ormai forse le Flore sono una forma letteraria superata. Anche in questo campo, per lo scambio e diffusione dell'informazione, ormai domina sovrano il computer. Mentre scrivo sono conscio del fatto che oggi è possibile realizzare un piccolo strumento elettronico portatile, con cui, scansendo una foglia e qualche altro pezzetto della pianta, si possa avere una determinazione sicura e dettagliata. Allora, perché perder tempo a fare chiavi analitiche, diagrammi e collezioni di foto? Benissimo, però attenti alle conseguenze: dobbiamo, per conoscere il mondo, anche in questo caso affidarci agli strumenti d'ogni genere che abbiamo inventato?

In realtà, lo scopo della Flora è un altro. Non si tratta di dare un nome alle piante, non è anagrafico. La Flora, come è concepita in questa seconda edizione, deve farci comprendere che anche le specie di piante sono componenti insostituibili della biosfera, esseri viventi, ciascuno con caratteristiche in qualche modo diverse da quelle di qualsiasi altro, con abitudini e preferenze diverse, caso per caso, ma tutte tra loro coordinate per formare un insieme armonico del quale anche l'uomo fa parte. O dovrebbe ricordarsi di far parte. Uno tra i tanti, senza privilegi rispetto agli altri. Raggiungere questa consapevolezza ci fa capire che il riconoscimento del nome latino esatto di ogni singola specie è soltanto un approccio, e nemmeno il più importante.

Per tutta la vita ho osservato le piante nel loro ambiente naturale, cercando di ricavarne modelli interpretativi che mi permettessero di comprendere come siano state in grado di inventare uno stile di comportamento che permetta loro di adattarsi alle condizioni esterne. Ma una ricetta universale non esiste. Anche l'ipotesi darwiniana appare insufficiente. Dobbiamo riconoscere la capacità di auto-organizzazione come una delle caratteristiche fondamentali del vivente.

2. Sulla sistematica o tassonomia

«Portare chiarezza in un gruppo la cui sistematica rimane confusa, rivedere un ciclo di forme critiche, oppure scrivere una monografia di un genere notoriamente difficile o problematico, oggi, come anche nel passato, è tra i compiti più nobili ed importanti per il botanico che lavora nel campo della sistematica», H.-W. Lack, cit. in Herborg J. (1987).

Questo è il punto essenziale: fare ordine in un insieme confuso. Forse questo compito si può formulare meglio: analizzare un insieme biologico, che ci appare confuso, e trovare il modo di mettere in evidenza l'ordine sottostante, in modo da poterlo conoscere e interpretare correttamente. Questo è il compito del sistematico che esplora un gruppo complesso. In questo lavoro, il sistematico è spinto dalla curiosità derivante dall'esigenza di comprendere l'ordine biologico sotteso. Quando lo studio arriva a un risultato, l'Autore può esserne giustamente soddisfatto. Però in questo il tassonomo non lavora solo per raggiungere la propria soddisfazione. Il tassonomo contemporaneamente lavora per gli altri, perché i suoi risultati saranno utili a tutta la comunità scientifica. Qui si ha la giustificazione del lavoro scientifico in campo sistematico. Tuttavia, molto spesso, forse nella maggioranza dei casi, i lavori sono scritti soltanto per comunicare le proprie scoperte in un determinato campo, cioè con una motivazione sostanzialmente egoistica. Ai lavori inclusi in questa seconda categoria bisogna accostarsi sempre con molta precauzione: l'ambizione non è compatibile con la serenità del giudizio scientifico.

«La scienza è una cosa meravigliosa quando non serve a guadagnarsi il pane quotidiano. È meglio guadagnarsi da vivere con un lavoro che si ha la certezza di poter fare. Solo quando non bisogna rendere conto delle nostre attività a nessuno, si può provare vero piacere e soddisfazione nella ricerca scientifica», Albert Einstein, *Il lato umano*, Einaudi (1991), p. 53.

3. La specie linneana, splendore e decadenza

La sistematica tradizionale si è sviluppata a partire dalle idee di Linneo ed è basata, ovviamente, sul concetto di specie linneana. Del concetto linneano si ricorda generalmente il carattere creazionistico e fissista, ma questo riguarda soprattutto la convinzione religiosa di Linneo, ed è abbastanza irrilevante come attributo della specie. Invece, il punto fondamentale per Linneo, nel definire la specie, è la riproduzione sessuata, che si presenta parallelamente in animali e vegetali. Per gli animali la riproduzione sessuata è una constatazione ovvia, nelle piante molto meno, ma era stata intuita già dagli antichi e dai primi botanici del Rinascimento; essa venne affermata e dimostrata da Camerarius nel 1694, ripresa poi da Vaillant che nel 1718 pubblicò una memoria: essa pervenne a Linneo, che la discusse undici anni più tardi (1729) e conseguentemente la assunse come base per il suo sistema, che viene presentato appunto come "*Systema sexuale*".
La specie linneana consiste di individui dotati di riproduzione sessuale (in seguito, chiarita la base cromosomica, sarà indicata come amphimissia); la specie è definita in maniera univoca dai caratteri morfologici, è fissa e immutabile. Queste condizioni sono formalizzate mediante l'applicazione di una nomenclatura binomia, fondata su una logica deduttiva di derivazione aristotelica (la combinazione *genus proximum / differentia specifica*, cfr. Jacob F., 1970). La variazione, sia quella sincronica (variabilità casuale) che quella diacronica (evoluzione) non entra in questo schema. La pianta si riconosce mediante il nome, e reciprocamente il nome mediante la pianta. In questo modo, la pianta è ridotta a una sorta di cristallo: una drastica semplificazione, che ci presenta la pianta in un'immagine astratta, fortemente idealizzata. Essa però permette di passare dall'osservazione descrittiva dei prelinneani alla speculazione scientifica.
Quasi contemporanea alla grande riforma linneana è la proposta alternativa di Adanson basata sulla logica induttiva (il procedimento inverso), una geniale intuizione molto avanti rispetto al suo tempo, che ora viene ripresa con i metodi automatizzati di identificazione.
La riforma linneana è un tipico prodotto della cultura illuminista. Essa viene accolta con entusiasmo e il suo metodo è applicato alle flore dei diversi continenti. Vengono descritte numerosissime specie, e si passa dalle 5000 della prima opera linneana a oltre 20.000 nelle sintesi dei suoi successori: ben presto ci si rende conto che per distinguerle e ordinarle il solo nome oppure le classi linneane non bastano ed è necessario trovare un artificio più efficiente. Si arriva così alla redazione di Flore dotate di chiavi analitiche, anch'esse fondate sulla logica deduttiva attraverso dicotomie progressive. Oggi appare evidente che la specie linneana è un'utopia del reale (cfr. gli **Approfondimenti** che seguono) e che anche la chiave analitica è, di fatto, uno strumento superato (cfr. **Allegato 4**).

Approfondimenti sul concetto di specie

1. Nothotaxa e gruppi critici, ovvero: il trattamento delle specie critiche (e dei taxa di livello immediatamente superiore o inferiore alla specie)

1.1. Dove nasce il problema

Esistono alcuni casi, ben noti ai botanici, di gruppi (che d'ora in avanti saranno indicati come "gruppi critici") a cui vengono ascritte specie estremamente simili tra loro, ma che dividono un campo di variabilità in una serie praticamente infinita di intervalli: è il caso di *Alchemilla*, *Hieracium*, *Limonium*, *Ranunculus* gr. *auricomus*, *Rubus*, *Sorbus*, *Taraxacum* e altri. Questi gruppi critici sono stati finora considerati una sorta di riserva di caccia per pochi specialisti, tuttavia nella redazione di una moderna Flora essi pongono problemi di difficile soluzione, perché spesso mancano conoscenze adeguate, ma soprattutto perché essi costituiscono un'anomalia rispetto alla larga maggioranza delle specie, nelle quali la variabilità fenotipica deriva da fattori esterni del tutto casuali e non si trasmette *tout-court* alla discendenza.
Nell'approccio allo studio dei gruppi critici si ripropone la diatriba, più volte discussa tra i sistematici, tra "*splitter*" e "*lumper*", ovvero tra chi tende a trattare tutti i gruppi distinguibili in base all'applicazione di uno o più criteri come specie separate (*splitter*) e chi invece ritiene che la specie venga descritta dal campo di variabilità che comprende tutte queste stirpi elementari (*lumper*). Il problema era già stato posto nel secolo passato e ancor prima nella distinzione tra specie giordaniana e specie linneana.
Oggi il problema si pone in maniera del tutto nuova: specie largamente riconosciute vengono riunite perché lo studio del DNA non rivela differenze ritenute significative tra l'una e l'altra (ad es. in *Quercus*), oppure in moltissimi casi avviene il contrario. I procedimenti informatizzati di trattamento dati hanno favorito il diffondersi di censimenti floristici nei quali spesso il numero delle specie presenti (oppure l'incidenza di categorie particolari come gli endemismi) è utilizzato anche come base per processi decisionali, ma l'incertezza nella definizione delle specie spesso rende impossibile trarre un significato scientificamente avallabile da questi dati.

La preparazione della seconda edizione della *Flora d'Italia* è stata l'occasione per una riflessione su questo argomento, con contributi di E. Bona, M. Codogno, F. Festi, R. Guarino, F. Martini, lo scrivente e altri. Questo scritto è stato redatto da S.P., anche inserendo vari interventi degli altri partecipanti, e rielaborato da R.G., nell'intento di definire la base scientifica dalla quale derivare norme interpretative unitarie e coerenti per comprendere e descrivere questa realtà.

1.2. Le agamospecie

Nei sistemi viventi, possiamo considerare, in genere, come attrattore spazio-temporale che determina la struttura dell'organismo il "*creodo*", traiettoria che risulta dalla configurazione del "*paesaggio epigenetico*" (Waddington, 1977). Nel corpo vegetativo delle piante, questo "*paesaggio epigenetico*" è costituito da leggere ondulazioni per cui le cellule assumono un carattere quasi-totipotente: l'informazione genetica presente nei nuclei del *simplasto vegetale* può così rispondere, attraverso un processo di significazione, all'insieme delle condizioni ambientali creando diverse strutture adattative.

Quando una pianta si trova in perfetto equilibrio con l'ambiente, cioè quando la norma di reazione dei caratteri ereditari è in sintonia con i fattori ambientali, essa cerca di mantenere immutato il suo patrimonio genetico. La linea germinale assicura sempre la trasmissione nel tempo dell'informazione genetica, ma scompaiono in diverso grado le due tappe ben precise della riproduzione sessuata: la *meiosi* e la *gamia*. A un polo dell'atto riproduttivo, la *meiosi* scompare seguendo un gradiente che porta all'*aposporia*. Al polo opposto, può scomparire la *gamia* seguendo sempre un gradiente, costituito da diverse tipologie di *apomissia* (v. schema qui sotto, costruito in base alla lettura di Battaglia, 1969).

Naturalmente qui viene riportata un'estrema semplificazione di un fenomeno che in realtà è molto più complesso: l'*apomissia*, infatti può essere ridotta o non-ridotta e spesso intervengono, quando è necessario ritoccare la norma di reazione della pianta, particolari riorganizzazioni di "biblioteche interne" genetiche (*poliploidia*, *aneuploidia*, *disploidia* etc.) e quant'altro a dimostrazione che la vita è complessità.

In tal modo si vengono a costituire gruppi di *agamospecie* in un flusso genetico a "bassissima viscosità" che genera numerosi "vortici", conformati ognuno da una particolare norma di reazione in equilibrio con i fattori ambientali del luogo dove essi si formano. Noi percepiamo le differenze morfologiche negli apparati vegetativi di questi "vortici" e cerchiamo di descriverli diligentemente: dobbiamo però essere consci che tali differenze non sono il risultato dell'espressione di caratteri ereditari, ma rispecchiano la norma di reazione ai particolari fattori ambientali da essi realizzata. Qui giocano un ruolo principale l'assoluto isolamento genetico delle popolazioni e la norma di reazione dell'apparato vegetativo che si differenzia nei diversi siti in cui compaiono le *agamospecie*. Il criterio per distinguere quest'ultime è sia genetico che fenetico.

1.3. Il caso delle querce

Fino alla fine del secolo scorso la maggioranza dei botanici sistematici (per il caso delle querce vedi Burger, 1975) riteneva che il concetto di specie non dovesse essere un'entità intoccabile, ma che esso avrebbe dovuto, entro certi limiti, essere flessibile e pragmatico, adattandosi sia alle conoscenze del momento sia alle necessità pratiche. A queste necessità appartengono naturalmente anche una stabilità nomenclaturale sufficiente e una compatibilità con il progredire delle nostre conoscenze sui meccanismi evolutivi. Il nostro concetto di specie dovrebbe quindi essere un compromesso, dettato dal buon senso, fra tradizione, praticità e stato attuale delle conoscenze.

Meiosi e gamia	Processo	Esempi
M. normale	Eusporia	–
M. anomala (solo 2ª div.)	Aneusporia	*Taraxacum*, *Leontodon* etc.
M. assente; sacco embr. da cell. germinale	Aposporia goniale	*Antennaria*, *Hieracium*, *Calamagrostis* etc.
M. assente; sacco embr. da cell. somatica	Aposporia somatica	*Hieracium*, *Alchemilla*, *Rubus*, *Sorbus* etc.
Mancanza di impollinazione	Partenogenesi	*Taraxacum*, *Alchemilla*, *Limonium*
Impollinazione ma non g.	Pseudogamia	*Ranunculus*, *Alchemilla* etc.
G. e sostituz. nucleo T con nucleo ϒ	Androgenesi	*Poa alpina* × *Poa pratensis*
G. ma mancanza di cariogamia	Semigamia	*Rudbeckia* spp. pl.
G. normale	Eugamia	–

Nell'ambito delle querce, assistiamo a un'estrema semplificazione della struttura del fiore: sembra quasi che tutte le forze contenute nel patrimonio genetico siano impegnate nel promuovere un'elaborata norma di reazione necessaria per la costruzione di una poderosa struttura arborea "quasi-cristallizzata" (legnosa). I tessuti legnosi, che compaiono abbondanti quasi dappertutto (comprese le foglie), sembrano bloccare la libera espressione dei caratteri ereditari nei fiori: quelli maschili sono ridotti a 6-10 stami (microsporofilli), quelli femminili sono ridotti a un ovario tricarpellare, nel quale giunge a completo sviluppo un solo ovulo (megasporofillo). Queste ridotte strutture fiorali sono a diretto contatto con un corpo fortemente lignificato: se osserviamo il frutto (la ghianda) vediamo che anch'esso è in parte strettamente accolto in una cupola legnosa, che parzialmente lo avvolge. Sembra quasi che il succitato gradiente *soma-germe* si esaurisca completamente nell'apparato vegetativo, affinché il *germe* possa conferirgli una norma di reazione tale da fornire strutture adattative che corrispondono a quelle che sono le esigenze dettate dai fattori ambientali. Così i caratteri morfologici discriminanti si spostano dai fiori all'apparato vegetativo. Perfino la giusta conclusione della linea germinale nella formazione del seme viene raggiunta con difficoltà: le ghiande non vengono prodotte ogni anno ma ogni 2-5 anni, in annate che i forestali chiamano "annate di pasciona".

Anche lavori recenti (Salvini *et al.*, 2009; Antonecchia *et al.*, 2015) sottolineano la presenza di ibridazione e introgressione soprattutto fra *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. e *Q. pubescens* Willd. Si tratta di un fenomeno che, secondo Ehrendorfer (1984), interessa tutte le specie del genere *Quercus* che appartengono al subgenere *Leptobalanus* (Endl.) Oerst., secondo lo schema tassonomico proposto da Schwarz (1936). Si tratta di specie che hanno tutte lo stesso numero di cromosomi (2n = 24) e anche, ampiamente, la stessa struttura cromosomica.

Queste lievi differenze che riguardano il genoma, mentre creano grossi problemi per chi si occupa di tassonomia, sono utilissime dal punto di vista evolutivo per le querce. Per spiegare questo fatto, van Valen (1976) ha introdotto i concetti di *specie ecologica* e di *multispecie*. Una *specie ecologica* è una stirpe (o un insieme strettamente correlato di stirpi), che occupa una zona adattativa minimamente differenziata da quella di qualsiasi altra stirpe che vive nel suo *range* di esistenza e che si evolve separatamente da tutte le altre stirpi che vivono al di fuori di tale *range*. Nel caso delle specie di quercia, queste hanno una autoecologia e un ruolo differente nel dinamismo forestale (sono minimamente differenziate), ma esse sono sufficientemente vicine affinché la maggioranza dei popolamenti siano misti. Può sembrare che le popolazioni simpatriche ma isolate con fenotipi simili presentino un problema, però esse non persisterebbero assieme se non lo facessero occupando zone adattative minimamente diverse. Un insieme di specie ampiamente simpatriche che scambiano geni in natura può essere definito una *multispecie* (van Valen, 1976). In questo caso, un isolamento riproduttivo incompleto delle specie permette un miglior adattamento evolutivo: adattamenti utili a una sola specie possono essere facilmente impediti da un'altra, mentre gli adattamenti utili a entrambe le specie possono giungere a entrambe, ovunque si originino. Ehrendorfer (1984), da un punto di vista più sistematico e meno ecologico, parla nel caso delle querce di *singameoni* (= le *multispecie* succitate) che sono costituiti da *semispecie* (= le *specie ecologiche* di van Valen, 1976).

In tal modo si vengono a costituire nelle querce gruppi di *semispecie* in un flusso genetico ad "altissima viscosità" che si muove con un "moto laminare" lento nel *soma*, il quale vive nello spazio-ambiente. Come quando travasiamo l'olio, avviene che, con una certa portata, il flusso subisce delle fluttuazioni regolari secondo un ritmo "ingorgo-disgorgo", così nelle querce la liberazione del flusso genetico nei semi avviene secondo un ritmo "annate senza ghiande-annate di pasciona". Noi percepiamo nella sezione trasversale del flusso leggere differenze morfologiche sincrone nei singoli "filetti fluidi" (l'apparato vegetativo delle diverse stirpi) che appartengono a questo "moto laminare" e cerchiamo di descriverli diligentemente: anche in questo caso, però, dobbiamo essere consci che tali differenze non sono il risultato dell'espressione di caratteri ereditari, ma rispecchiano la norma di reazione ai particolari fattori ambientali da essi realizzata. A differenza delle *agamospecie*, qui gioca un ruolo principale l'"interazione viscosa" fra i diversi "filetti fluidi" (le stirpi di quercia diverse) che, scorrendo tutti lentamente più o meno alla stessa velocità, danno nell'insieme una sensazione assoluta di stato. La norma di reazione all'ambiente dell'apparato vegetativo, nel caso di due *semispecie*, sembra originare uno stato più o meno fisso di distribuzione bimodale dei caratteri fenetici con relativamente pochi individui con caratteri intermedi: ma nascosta nel *soma* viene creata una diversità genetica molto elevata che, secondo Kremer & Petit (1993), è una delle più forti nel mondo dei viventi.

Da quanto su esposto, risulta che per una sistematica delle querce, e delle piante in genere, non si può prescindere dall'ampia gamma di comportamento dei

vegetali, gamma alla cui base sta il fatto della loro non affrancatura dall'ambiente in cui vivono. Qui si sono cercati di individuare gli estremi di questa gamma di comportamenti:
• le *agamospecie* che perdono, anche se non sempre definitivamente, la possibilità di elaborare nuovi genotipi e che si caratterizzano in modo significativo per caratteri fenotipici dell'apparato vegetativo;
• i *singameoni* di *semispecie* che nascondono dietro a una scarsa significatività dei caratteri fenotipici la costruzione di una diversità genotipica molto elevata.
Tutte le specie vegetali, anche quelle apparentemente meglio definite, sono di fatto comprese fra questi due casi estremi.

1.4. Esempi di gruppi critici

I gruppi critici, che rappresentano il motivo della nostra riflessione, sono molto eterogenei, però possiedono almeno una caratteristica comune: le possibilità di scambio genico durante la fase riproduttiva sono annullate o perlomeno sensibilmente ridotte. Questo è un fatto importante, perché la riproduzione sessuata, che è la funzione caratterizzante di tutti gli organismi superiori, è proprio mirata a mantenere condizioni di illimitato scambio genico tra gli individui che formano una specie, limitandone la variabilità.
Considerando gli esempi più importanti di gruppi critici per la flora italiana, si possono individuare i seguenti fattori intrinseci che, insieme all'elevata eterogeneità ambientale del nostro Paese e a dinamiche temporali solo in parte chiarite (cfr. **Allegato 1**), favoriscono l'insorgenza di popolazioni geneticamente isolate:
• *Alchemilla* - apomissia;
• *Hieracium* - ibridazione e apomissia;
• *Limonium* - radiazione e apomissia;
• *Ophrys* - coevoluzione piante/insetti;
• *Ranunculus* gr. *auricomus* - apomissia;
• *Rubus* - ibridazione e apomissia;
• *Sorbus* - ibridazione e apomissia;
• *Taraxacum* - apomissia;
• *Viola* - cleistogamia.
Molti sistematici si sono confrontati con questo problema; possiamo allora esaminare alcune risposte per noi rilevanti, in ordine cronologico: da questo si nota come il problema sia divenuto sempre più complicato con l'approfondirsi dell'indagine filogenetica negli ultimi decenni.
Bertoloni e Parlatore, nelle loro Flore, ignorano il problema e considerano tutte le specie allo stesso livello.
Fiori (*Nuova Fl. Analit. d'Ital.*) articola i gruppi variabili in una miriade di taxa indicati con lettere greche e genericamente con il rango di varietà, spesso mescolando specie ben definite con forme prive di significato.
Flora Europaea riconosce due livelli: le specie numerate, e altre indicate come "*related species*" (che in molti casi sono in maggioranza), però ci sono forti differenze tra l'uno e l'altro Autore; inoltre, a livello supraspecifico viene fatto largo uso di "gruppi".
Ehrendorfer nelle due edizioni della *Liste der Gefässpfl. Mitteleur.* introduce il concetto di "aggregato" (già usato in precedenza dalla Manton), sostanzialmente sinonimo del "gruppo" in *Flora Europaea*.
Pignatti (*Flora d'It.*, 1982), risolve il problema con gruppi, specie e sottospecie, dove però queste ultime sono intese come un taxon provvisorio in attesa di verifica se si tratti di cose realmente distinte (e allora diventeranno specie) oppure cose non differenti (e allora rientreranno nella variabilità individuale).
Greuter (*Med-Checklist*) distingue tre livelli, dal piccolo al grande: sottospecie, specie, aggregati.
Brummitt (2002) difende la tassonomia tradizionale e conclude con una citazione di Woodger (1952): «Il sistema tassonomico e lo schema filogenetico evoluzionistico sono cose differenti e, quando vengano identificati o mescolati, ne vien fuori soltanto confusione».
Stebbins (*Flora of North Amer.*, cfr. **Allegato 5**) si pone il problema, ma conclude che: «Quando ha a che fare con gruppi apomittici, il tassonomo si trova di fronte a una situazione che la natura ha sviluppato, per fortuna solo in relativamente pochi casi, a dispetto delle regole che i tassonomi vorrebbero seguire. Chiunque si occupa di queste situazioni dovrebbe riconoscere questo fatto e risolvere il problema nel modo che sarà più utile ai colleghi scienziati».
Da questa breve rassegna si possono trarre alcune conclusioni. Nel sec. XIX si aveva una concezione unitaria della specie, che rimane anche in Fiori (però ripartita in unità infraspecifiche gerarchizzate). Con *Flora Europaea* compare anche un livello supraspecifico (gruppo o aggregato). Nelle opere degli ultimi 50 anni tutti gli Autori, sia pure con vie diverse, strutturano la materia in almeno 3 livelli tassonomici: sottospecie, specie e super-specie (quest'ultima è la denominazione degli zoologi per quello che i botanici indicherebbero come gruppo o aggregato).

2. Sul concetto di specie

Seguendo B. Gold (2002), in un'accurata discussione del saggio di Hey (2001), il discorso parte dall'interpretazione che viene data a una singola parola: "*species*", cioè proprio l'argomento che affrontiamo in questo scritto. Come prima cosa, ci si deve mettere d'accordo su cosa si indica con la parola "*species*".

Latino: *species* (da *speco* = osservo) da cui deriva *speciosus*, *spectabilis*, *specialis* e, probabilmente come parola dotta, anche *species*; tutte queste parole rimangono strettamente attinenti all'osservazione e percezione immediata del fenomeno e non implicano una distinzione tra realtà sensibile e verità.
Greco: *eidos* (da *eido* = lat. *video*) che significa "ciò che si vede, ciò che appare", dunque circa lo stesso significato di *species*, ma da *eidos* ben presto deriva "idea", cioè la forma astratta sulla quale si basa l'impostazione metafisica dell'idealismo. Dunque, qui si fa una distinzione tra ciò che si vede e una verità superiore.
Da questo deriva che la specie può essere considerata come qualcosa che per un motivo qualsiasi si distingue da altre cose, e di cui si può dare un'interpretazione idealizzata, sulla base di un nostro modello mentale.

2.1. L'attuale concetto di specie

Con la diffusione del concetto di evoluzione biologica, nella seconda metà del sec. XIX, e il successivo sviluppo della genetica all'inizio del '900, il concetto linneano di specie viene progressivamente messo in discussione, e l'interesse nella ricerca viene sempre più diretto verso i meccanismi evolutivi; la citologia fornisce i primi modelli interpretativi, ad es. nei lavori pionieristici su *Biscutella* (Manton) e *Crepis* (Babcock). Questa esperienza permette di proporre e in seguito consolidare il concetto di specie biologica, che deriva dalle formulazioni di zoologi come Rensch, Dobzhansky e successivamente Mayr, ma viene largamente accettato anche in campo botanico. Tuttavia, nella pratica, le conoscenze necessarie per applicare questo modello sono disponibili soltanto per gruppi particolarmente studiati (ad es. *Drosophila*, *Arabidopsis*) e per la maggior parte dei casi esso rimane ipotetico. Pertanto, si confrontano due possibilità:
• *specie biologica*, il complesso di individui interfertili;
• *fenoclado*, un gruppo caratterizzato soltanto dall'aspetto.
Nelle Flore pubblicate durante il sec. XX, le specie riportate corrispondono per lo più al secondo tipo. Negli ultimi decenni, con lo sviluppo della genomica, ai caratteri morfologici si aggiungono quelli che riguardano la struttura del genoma (*genoclado*), ma il problema non cambia.
Ci si può chiedere quale tra le due (tre) interpretazioni sia quella giusta. Come dato di fatto, il fenoclado è una realtà indiscutibile, a meno che non ci siano stati errori di osservazione. La specie biologica invece è basata sulla illimitata possibilità di scambio di geni, ma questo, tra una popolazione, poniamo, di mirtillo della Scandinavia e un'altra dell'Appennino che senso ha? Si tratta di una interpretazione soggettiva, che in qualche caso ha superato prove sperimentali, ma questo non autorizza a pensare che sia "sempre" vera (vedi il concetto di falsificazione in Popper). Comunque, nella stragrande maggioranza dei casi, non si dispone di alcuna prova sperimentale.
Come è facile constatare, trattandosi di un problema sul quale si discute dalla fine dell'800, sarebbe velleitario cercare di dare un giudizio definitivo.

2.2. La specie post-linneana

Per la seconda edizione di questa Flora, consideriamo la specie come un insieme di linee o stirpi in grado di trasmettere il loro corredo genetico alla discendenza. Questo viene espresso bene da un grande studioso di questi problemi nell'introduzione alla *Flora of North America*: "Una definizione ampia di specie, in accordo con questi principi, è la seguente: specie sono le unità di base della sistematica e dell'evoluzione. Esse sono costituite da sistemi di popolazioni che si assomigliano in proprietà morfologiche, ecologiche e genetiche. Le popolazioni sono tenute insieme da varie forze di coesione, principalmente attraverso il flusso di geni, ma talvolta da parziale autogamia, e normalmente da somiglianze dovute alla comune discendenza nonché da simili, complesse sindromi di adattamento che suscitano risposte parallele alle sollecitazioni ambientali. I confini di una specie possono essere ben definiti per la produzione di un isolamento completo, genetico e fisiologico da tutte le altre specie, o possono essere localmente e temporaneamente indeboliti dalla rottura parziale di barriere interspecifiche" (G. Ledyard Stebbins, 1994: Concepts of Species, Genera, and Ranks. *Flora of North America*, vol. 1).
La conclusione generale è che il concetto di specie è sostanzialmente soggettivo, e dipende largamente dall'esperienza dell'Autore su singoli gruppi tassonomici. Una soluzione al problema non può essere cercata in questa sede, e probabilmente non esiste (vedi **Allegato 2**). A questo punto, si tratta di fare scelte tra le molte proposte divergenti e talora contraddittorie, definire chiaramente un linguaggio non ambiguo e applicarlo coerentemente in tutta la Flora.

3. I ranghi tassonomici usati in questa Flora per i livelli prossimi alla specie

Come sopra indicato, e seguendo l'opinione prevalente degli Autori recenti, ai livelli prossimi alla specie si hanno tre ranghi indicati come a) ranghi supra-specifici, b) specie, c) ranghi infraspecifici, e verranno discussi separatamente.

3.1. Ranghi supra-specifici

La definizione di gruppi si è rivelata utile sia per mettere in evidenza affinità naturali tra varie specie, sia anche come artificio per facilitare il riconoscimento delle specie stesse. Come già accennato, i termini "gruppo" e "aggregato" sono usati in maniera generalmente indifferenziata (anche se il secondo prevale nella letteratura in lingua tedesca). Qui si propone di attribuire ai due termini un significato preciso:

3.1.1. Gruppo

Il Gruppo è un insieme naturale di specie e sottospecie che per qualche motivo si può ritenere abbiano un'origine comune e tra le quali si possono riconoscere relazioni incrociate (o almeno supposte tali).

3.1.2. Aggregato

Un Aggregato è un insieme artificiale con limiti arbitrari, composto da specie o sottospecie che presentano caratteri morfologici comuni o distribuzioni (ecologiche o geografiche) correlate.

3.2. Specie

A questo punto va notato un fatto: i gruppi che manifestano criticità (come quelli sopra indicati) sono tutti caratterizzati da tipi di riproduzione alquanto differenti dall'amphimissia (cioè dalla normale riproduzione sessuata). Infatti abbiamo apomissia, ibridazione, cleistogamia, coevoluzione piante/animali. Questo ci porta a pensare che i due fatti (abbandono dell'amphimissia e comparsa di criticità) siano in qualche modo collegati tra loro.

Sulla base delle modalità riproduttive, vengono distinte diverse possibilità:

3.2.1 Ortospecie

Riproduzione mediante fusione di gameti ♂ e ♀ (amphimissia) e presenza di barriere all'incrocio con altre specie congeneri, che vanno anch'esse considerate ortospecie.

3.2.2 Agamospecie

Riproduzione senza fusione di gameti (apomissia)

3.2.3 Nothospecie

Combinazione tra due ortospecie differenti in seguito a caduta di barriere (genetiche o geografiche). Tra queste, si possono distinguere *Nothospecie iniziali* (sterili), *Sciami ibridogeni* (*Hybrid swarms*, che comportano locali introgressioni, geograficamente circoscritte), *Nothospecie riproduttive* (fertili).

3.2.4. Gamodemi

Specie con limitazioni al processo di fecondazione: specie di regola cleistogame (es. *Limodorum*) e specie con impollinazione regolata da insetti a livello di popolazione (es. *Ophrys*).

3.2.5. Specie pluralistica

Le ortospecie sono la maggioranza delle specie note, così almeno si suppone per tutte quelle che non sembrano porre problemi particolari, però in molti casi questo può restare un assunto privo di dimostrazione. Comunque, si tratta di taxa che corrispondono al concetto convenzionale di specie e vanno trattate come tali. Si hanno nothospecie quando le barriere per evitare l'incrocio si attenuano oppure cadono del tutto. Il caso di agamospecie e gamodemi è diverso, perché qui il processo di amphimissia è bloccato o comunque limitato. Per evitare una trattazione differenziata per questi diversi casi è stato proposto di riprendere il concetto di specie *pluralistica* (Savadskij, cit. in Loos, 1999) oppure passare a una nuova concezione di specie *evolutiva*:

> un complesso di individui con un consistente numero di caratteri definibili, relativi alla consistenza della popolazione, caratteri ereditari, possibilità di trasmettere questi caratteri alla progenie, differenze rispetto ad altre specie, adattamento ecologico, presenza su un'areale definito, strutturazione a livello di popolazione oppure in gruppi più comprensivi, possibilità di evoluzione, stabilità nel tempo e costituzione di un gruppo monofiletico (nei limiti del possibile).

Questa definizione comprende le condizioni prima riportate come 1-2-3-4, sempreché siano disponibili le informazioni per riconoscerne il carattere di specie pluralistica, perché questo non implica la necessità di riproduzione sessuale. Esso non affronta il problema della distinzione di gruppi critici, però fornisce una base convincente per ritenere che anche agamospecie e nothospecie vadano di regola considerate al livello di specie. Il trattamento dei gamodemi (del resto limitato a pochi esempi) andrà discusso caso per caso.

3.2.6. Specie evolutiva (evolutionary species)

Secondo Wiley & Mayden in Wheeler & Meier, 2000, la specie *evolutiva* è un'entità composta da organismi, che mantiene la sua identità rispetto ad altre simili entità attraverso il tempo e nello spazio e che ha tendenze storiche e un proprio destino evolutivo.

La specie post-linneana tiene conto della struttura generale dell'ortospecie, ma include anche le variazioni successive, passando da una visione statica (linneana) a quella di un gruppo in movimento (evolutiva). Ne

risulta un'immagine che, per adattarsi alle diverse variazioni, risulta necessariamente un po' sfuocata (*fuzzy*), però certo più realistica.

3.3. Ranghi infraspecifici

Secondo la definizione utilizzata dagli zoologi, si hanno sottospecie quando si possono definire tipi con distribuzione geografica differenziata, che nelle aree di contatto tendono a ibridarsi: essi nel loro complesso costituiscono una *super-specie*. Casi del genere si possono avere anche tra i vegetali, però nelle Flore in generale l'attribuzione di questo rango è basata più sulla tradizione che su una definizione precisa. Sfogliando le Flore europee e mediterranee recenti, si trovano numerose sottospecie, ma ben poche di esse hanno vicarianza geografica e capacità di ibridarsi: in generale, l'unico carattere in comune è la difficoltà di separarle l'una dall'altra. Pertanto, come già accennato in precedenza, consideriamo questo un rango provvisorio che, se meglio definito, potrebbe essere una specie oppure rivelarsi inconsistente. Altri ranghi, come varietà o forma, non sono presi in considerazione, almeno in linea generale.

Riassumendo, abbiamo:

a) ranghi supra-specifici
- a-1. Gruppo
- a-2. Aggregato

b) specie
- b-1. Ortospecie
- b-2. Agamospecie
- b-3. Nothospecie
- b-3a. nothospecie iniziali
- b-3b. *hybrid swarms* (*local introgression*)
- b-3c. nothospecie riproduttive
- b-4. Gamodemi

c) ranghi infraspecifici
- c-1. Sottospecie

4. Le specie critiche nelle flore e nelle checklist

Negli ultimi due decenni si è diffuso un nuovo stile per rappresentare una flora: la checklist. Questo termine inglese viene oggi largamente usato, nonostante esso corrisponda esattamente alla parola italiana di derivazione greca "catalogo". Cataloghi di flore se ne sono sempre fatti; per l'Italia negli anni '50 venne iniziato il *Nomenclator Florae Italicae*, opera presto interrotta, e una checklist generata mediante computer fu pubblicata dal CNR (Pignatti, 1980). Di grande respiro è la pubblicazione della Med-Checklist a cura di Greuter W., Burdet H.M. e Long G. con 3 voll. (1984-1989), in seguito interrotta. Questa è un'opera nella quale le specie sono ordinate in famiglie, generi, aggregati e che riporta anche le sottospecie, il tutto con citazione bibliografica e sinonimia completa, e in questo senso può considerarsi un fondamentale contributo tassonomico alla flora mediterranea. In generale, invece, la checklist è soltanto una lista di nomi di specie, in ordine alfabetico (così anche le checklist di F. Conti *et al*., 2005, di Bartolucci *et al*., 2018, e di Galasso *et al*., 2018), dunque non ordinati secondo criteri tassonomici. Flora e checklist sono pertanto documenti del tutto differenti: la Flora porta sempre un'informazione tassonomica, che nella checklist solitamente manca. La checklist invece è utile per ottenere direttamente informazioni comparative sulla composizione di una flora. Negli ultimi tempi, i numeri di specie che possono venire ottenuti direttamente dalle checklist sono spesso usati come misura della biodiversità. Tuttavia questi conteggi vanno effettuati con molta cautela. Infatti, il rinvenimento e la descrizione di agamo- e nothospecie sempre nuove, analogamente al rinvenimento di specie esotiche avventizie, rischiano di mascherare la scomparsa o rarefazione delle specie native, se ci si limita a considerare acriticamente gli elenchi floristici redatti per territori molto estesi, come l'Italia.

Un ulteriore fenomeno degli ultimi anni è il fiorire di un gran numero di archivi nomenclaturali (*repositories*) disponibili in rete, su siti istituzionali spesso di grande prestigio. Molti di questi archivi si spingono ben oltre il concetto di checklist, nel senso che non esiste alcuna possibilità di check: non un riferimento a pubblicazioni scientifiche, non un riferimento a campioni d'erbario, non un riferimento a località di raccolta/popolazioni/areali.

Ad es., un sito che gode di grande popolarità, "The Plant List" (*http://www.theplantlist.org*) si vanta di includere tutti i nomi di piante vascolari nel mondo. Digitando un nome a caso, ad es. *Festuca humifusa*, secondo "The Plant List" esso sarebbe sinonimo di *F. circummediterranea*. Qui non si discute sul fatto che qualcuno la possa ritenere tale, si discute sul fatto che non viene giustificata in alcun modo tale scelta, rimandando l'utente desideroso di approfondimento a un sito analogo: il WCSP (World Checklist of Selected Plant Names). Anche in questo caso, la sinonimizzazione appare senza nessun ragionamento o riferimento a lavori scientifici pubblicati sull'argomento. Insomma: in rete esistono numerosissime fonti i cui revisori *de autoritate* propongono sinonimizzazioni basandosi soltanto sui nomi, senza alcuna conoscenza diretta delle piante a cui tali nomi si riferiscono. Spesso, i compilatori di questi archivi on-line curano diverse decine, se non centinaia di famiglie di Angiosperme sparse su tutto il globo.

Andiamo ora a vedere le *Quercus* del gruppo *pubescens*

segnalate in Italia. Il compilatore di WCSP accetta i seguenti nomi: *Quercus pubescens*, *Q. dalechampii*, *Q. ichnusae* e *Q. congesta* mentre ritiene che *Q. virgiliana* sia sinonimo di *Q. pubescens*. Invece *Q. leptobalana* risulta nome non pervenuto in WCSP, ma viene considerato sinonimo di *Q. congesta* in The Plant List. Di certo, questa visione non può essere considerata frutto dell'interpretazione di uno specialista.
Un archivio nomenclaturale serio dovrebbe limitarsi a citare le fonti delle combinazioni nomenclaturali validamente descritte, come fa l'IPNI (*http://www.ipni.org*).

5. Il trattamento di agamospecie e nothospecie

La presenza di gruppi cospicui di agamo- e nothospecie nella flora italiana richiede la definizione di un approccio operativo adeguato, che sia in grado di conciliare due difficili esigenze: definire un metodo coerente con l'attuale livello di conoscenze scientifiche e tener conto delle differenze tra queste e le ortospecie. Infatti, ci si trova di fronte a una contraddizione tra il giudizio scientifico, secondo il quale non ci sono motivi per negare a agamospecie e nothospecie il rango di specie, e la motivazione pratica, cioè la difficoltà e spesso impossibilità di identificare e riconoscere queste agamospecie e nothospecie senza uno studio *ad hoc* o senza conoscere le coordinate geografiche della popolazione per cui agamospecie e nothospecie sono state istituite.
Il problema è stato affrontato negli anni '60 durante i lavori preparatori per *Flora Europaea*, (Heywood, 1961), ma le conclusioni oggi vanno rivedute sulla base dei progressi nella biologia molecolare e genomica. In *Flora Europaea* si è scelto il criterio di non fare differenze e trattare i generi con agamospecie in maniera sostanzialmente analoga agli altri. Il risultato a nostro parere (anche sull'esperienza maturata nella *Flora d'Italia* del 1982) non è stato soddisfacente, per la differenza metodologica fondamentale che esiste fra il trattamento delle specie sessuali da un lato e di agamospecie e nothospecie dall'altro (cfr. Vielle-Calzada, 1996). Il risultato è che l'identificazione dei materiali campionati a livello di singole agamo- e nothospecie è generalmente impossibile.
Il problema nasce dal fatto che non si tratta di singoli casi di perdita della riproduzione sessuata oppure eliminazione delle barriere all'incrocio, ma, nei casi indicati come critici, questi fenomeni danno origine a un'incredibile proliferazione di fenocladi, ciascuno dei quali è una quasi-copia dell'altro, e il loro numero raggiunge le centinaia e talvolta le migliaia. Secondo il criterio adottato in *Flora Europaea* (e dal punto di vista della specie pluralistica) questi vanno considerati specie distinte a tutti gli effetti. Però esse si differenziano evidentemente dalle ortospecie più vicine, infatti (1) dal punto di vista strutturale, esse presentano variabilità nulla (le agamospecie) oppure eccessiva fluidità di caratteri (le nothospecie); (2) dal punto di vista redazionale ne risultano difficoltà spesso insuperabili, per la larghissima sovrapposizione dei caratteri morfologici e l'insufficiente conoscenza comparativa. Ogni nuovo studio approfondito porta alla descrizione di nuove agamo- o nothospecie, e questo fa pensare che le nostre conoscenze siano ancora largamente incomplete: qualsiasi tentativo di sintesi sembra destinato a venire ben presto superato da nuove scoperte.
I normali processi riproduttivi prevedono il trasferimento dell'informazione genetica da una generazione all'altra attraverso la riproduzione sessuata, che richiede l'interazione tra individui diversi: in tal senso, ciascuna ortospecie costituisce di per sé un sistema, in quanto le sue caratteristiche e proprietà emergono da elementi componenti (gli individui) che interagiscono per mantenere il sistema stazionario. Le specie apomittiche, anziché sistemi, costituiscono insiemi, in quanto non sono i componenti, interagendo tra loro, a mantenere caratteristiche e proprietà entro un certo intervallo di variabilità, ma è l'osservatore (lo specialista) che, definite alcune regole, stabilisce in base a esse se un individuo appartiene all'insieme o meno. In questo senso, la visione dello specialista non è confutabile dall'esperienza; il suo sforzo di mettere ordine in un sistema caotico rischia di essere non immane, ma inane.
Già adesso, molte delle agamospecie finora descritte si riconoscono più in base ai luoghi dove crescono che in base ai caratteri morfologici (spesso solo quantitativi). Provocatoriamente, si potrebbe proporre una classificazione basata sulle coordinate geografiche di ciascuna popolazione. In realtà, qualcosa di simile viene già fatto per alcune piante di valore commerciale, quali Bromeliaceae e Cactaceae. Poiché esistono collezionisti monomaniaci, il cui unico desiderio è possedere l'intera gamma di variabilità di alcune specie o generi, nei cataloghi di venditori specializzati vengono proposti semi della stessa specie raccolti in popolazioni diverse, riproduttivamente isolate tra loro, di cui si specificano i toponimi, anziché i binomi scientifici, che spesso nemmeno esistono.
Nel caso degli ibridi, poi, è stato messo in evidenza come la ricostruzione filogenetica possa portare concettualmente a un vicolo cieco: infatti, la filogenesi viene concepita come un processo che si sviluppa con biforcazioni successive, mentre l'ibridazione in generale ha uno sviluppo reticolato.

Va infine tenuto conto che agamospecie e nothospecie sono spesso provviste di mezzi di dispersione molto efficienti in quanto anemocore (*Hieracium*, *Ophrys*, *Taraxacum*) oppure ornitocore (*Rubus*) e quindi tendono a popolare ambienti disturbati. Tuttavia, anche in questo caso, vi sono eccezioni: per esempio, le agamospecie del gruppo di *Ranunculus auricomus* sono concentrate in vegetazioni stabili (boschi e paludi), i *Limonium* si concentrano in ambienti conservativi per eccellenza (anche se disturbati): quelli delle rupi costiere. Anche i mezzi di dispersione sono dunque un fattore importante per la comprensione di questo fenomeno. Generalizzando, le agamospecie di ambienti stabili e con limitati mezzi di dispersione tendenzialmente sono più facilmente conoscibili e riconoscibili di quelle di ambienti instabili e con mezzi di dispersione ad ampio raggio.
La tesi che qui si vuole presentare è che le condizioni di questi gruppi critici siano interpretabili secondo il modello del passaggio alla condizione di caos deterministico (vedi **Allegato 3**), e che tra i vegetali questo fenomeno non si limiti ai pochi casi sopra elencati, ma sia probabilmente più diffuso.

6. Riflessione etica (bioetica)

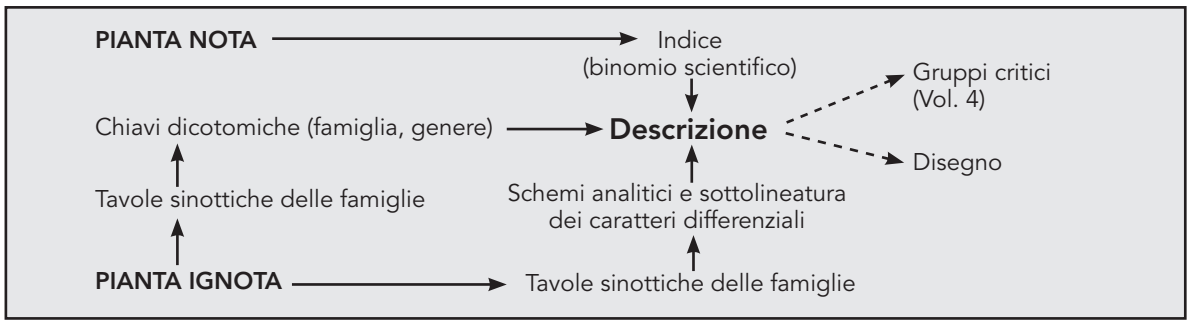
In realtà, tutti i gruppi critici anzidetti per molto tempo sono stati considerati più o meno "normali" fino a quando non è arrivato uno studioso particolarmente analitico, che è riuscito a percepire differenze significative entro gli sciami di agamospecie e nothospecie, e a creare un sistema di riferimento (ovviamente artificiale) nel quale ordinarle in una classificazione empirica; ad es. il Buser per le *Alchemilla*. Anche oggi, la conoscenza di questi gruppi è affidata sostanzialmente a un unico studioso, il solo che riesce a mantenere una visione d'insieme sul complesso. I nomi di questi specialisti sono ben noti, essi diffondono le loro conoscenze attraverso la collaborazione alle Flore e la determinazione di collezioni locali, tuttavia non si è arrivati al punto nel quale la conoscenza è divenuta realmente accessibile alla comunità scientifica: ogni opera scritta, quando viene pubblicata è già superata da nuove scoperte, le revisioni di erbario sono accettate in maniera acritica, per la mancanza di alternative. Si torna all'*Ipse dixit*, sia pure in una forma adeguata alla cultura on-line. Questa condizione sembra contraddire le esigenze di obiettività e comunicabilità che sono alla base del pensiero scientifico.

Conclusioni redazionali

1. Un nuovo modello di Flora

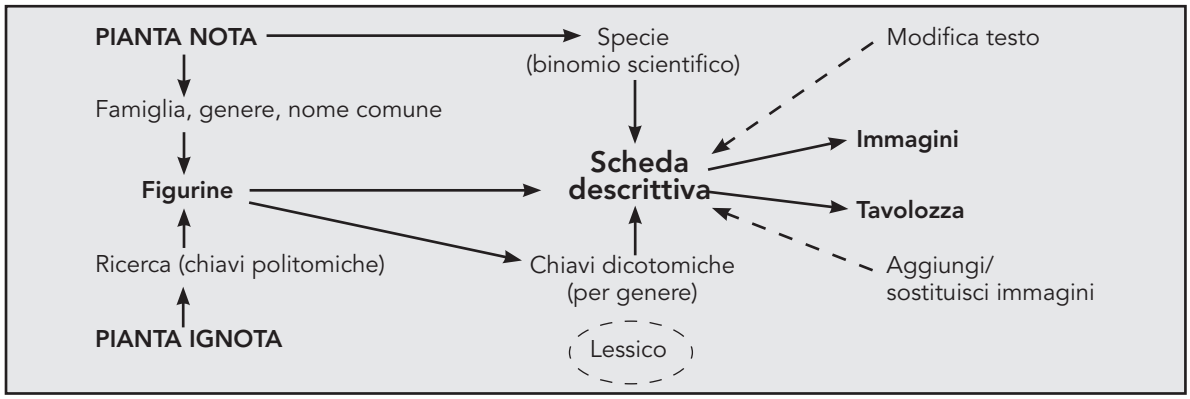
Nella seconda edizione della *Flora d'Italia* ci è sembrato opportuno proporre un modello redazionale e di impaginazione differente da quello aderente a *Flora Europaea*, divenuto classico ma che ormai si avvia a essere obsoleto. Il nuovo modello, del quale si è parlato a lungo nei testi introduttivi al vol. 1, è ripartito in trattazione sintetica (vol. 1-3), elementi analitici (vol. 4) e Flora Digitale, per trasmettere anche in modo grafico un'impostazione tassonomica fondata su un concetto di specie post-linneana.
Lo scopo di questa rottura con uno schema redazionale ormai consolidato è (1) sostituire il concetto idealistico di specie linneana con quello post-linneano che dà l'immagine (a volte sfuocata) di un gruppo in movimento, (2) sganciare l'esigenza di identificazione della specie dall'uso della chiave dicotomica in modo da spostare l'attenzione dai caratteri singoli all'immagine globale della pianta, (3) favorire l'integrazione tra Autori e fruitori, che grazie ai contenuti interattivi (per i quali è previsto un aggiornamento a ogni ristampa) possono agevolmente interagire per arricchire e aggiornare costantemente i contenuti iconografici e informativi della Flora, con immagini, notazioni descrittive e distributive, osservazioni sulla variabilità e sulla fenologia. Grazie a questa possibilità di interazione, si spera di costituire una sorta di gruppo di lavoro permanente, basato sull'adesione volontaria, che collabori per incrementare qualitativamente e quantitativamente le conoscenze sulla flora d'Italia. Il candidato ideale a fare da "incubatore" di nuove edizioni, come già accennato nell'introduzione al vol. 1, è il forum on-line Acta Plantarum.
Nell'elaborazione del nuovo modello redazionale, si è pensato a lungo sull'opportunità di pubblicare le chiavi dicotomiche in un fascicolo a parte, da poter portare agevolmente in campo durante le escursioni, sul modello della *Flora Helvetica* di Lauber & Wagner. Tuttavia, si è giunti alla conclusione che il problema sia ampiamente superato dalle potenzialità offerte dalla Flora Digitale. Infatti, è ormai esperienza comune portarsi in campo un tablet, strumento utilissimo per l'esplorazione floristica di un territorio, per annotare appunti e al tempo stesso tracciare, georiferire e magari fotografare l'oggetto delle nostre osservazioni. Caricando su tablet la Flora Digitale, si avranno a disposizione simultaneamente chiavi d'identificazione interattive a ingresso multiplo, chiavi dicotomiche d'impostazione classica e immagini di tutte le specie della nostra flora, con possibilità pressoché infinite di identificare le specie nel modo più a noi congeniale e

di annotare eventuali nostre osservazioni al riguardo. Ulteriori dettagli sono riportati nei testi introduttivi del vol. 1, nella sezione dedicata alla Flora d'Italia Digitale. Qui sotto si riporta, invece, uno schema concettuale sulle diverse modalità di fruizione delle due opere:



Schema concettuale della Flora stampata

Il cuore informativo della Flora stampata sono le **Descrizioni** di ciascuna specie, che si articolano in tre paragrafi che fanno riferimento ad argomenti differenti: descrizione morfologica, ecologia, evoluzione. Le descrizioni, nella maggior parte dei casi, sono corredate da un **Disegno**. Per le specie appartenenti ai **Gruppi critici**, la cui interpretazione sistematica è ancora largamente ipotetica e soggetta a cambiamenti, viene offerta nel vol. 4 una possibilità di approfondimento. Alle descrizioni di ciascuna specie si può arrivare cercando nell'**Indice** il nome di una specie nota, oppure, nel caso di una specie ignota, si può individuare la famiglia a cui appartiene attraverso le Chiavi dicotomiche delle famiglie e/o la comparazione delle immagini contenute nelle **Tavole delle famiglie** (vol. 4). A questo punto, per la determinazione di una data specie, si aprono due percorsi alternativi: o attraverso le **Chiavi dicotomiche** (interpretazione divisiva) o attraverso gli **schemi analitici**, che (nei vol. 1-3) introducono i generi numericamente più cospicui, e la **sottolineatura dei caratteri differenziali** nelle descrizioni morfologiche di ciascuna specie (interpretazione agglomerativa).



Schema concettuale della Flora digitale

Il cuore informativo della Flora digitale sono le **Schede descrittive** di ciascuna specie, che contengono spazio per i testi, per 24 immagini, una mappa distributiva, un ecogramma, sigle relative alle strategie riproduttive e all'interesse demo-etno-antropologico. Al contenuto delle schede descrittive si può accedere digitando il nome di una specie nota, oppure scegliendo la specie che ci interessa da una schermata di **Figurine**. Alle figurine si può accedere anche attraverso le **Chiavi politomiche**, che consentono di selezionare le specie in base a determinate caratteristiche, scelte dall'utente tra varie opzioni possibili. Una volta individuato il genere, per raffinare il processo di identificazione, la schermata di figurine consente anche di consultare **Chiavi dicotomiche** che interagiscono con le scelte già effettuate dall'utente. Il contenuto delle schede descrittive è personalizzabile dall'utente, modificando i testi o aggiungendo/sostituendo immagini. Inoltre, ciascuna delle 24 immagini contenute nella scheda descrittiva può essere ingrandita a piacimento o caricata su una **Tavolozza**, per un confronto sinottico tra più specie. Infine, un **Lessico** on-line assiste l'utente nell'apprendimento dei termini specialistici.

2. Organizzazione editoriale dei gruppi critici nella seconda edizione

La conclusione di quanto finora esposto è che, nella redazione della Flora, si debba prevedere un trattamento differenziato dei gruppi critici, rispetto alle ortospecie.

Per le ortospecie si procede nei volumi 1-2-3 in maniera sostanzialmente analoga alla prima edizione, con l'aggiunta di notizie più dettagliate sull'ambiente e le comunità vegetali di riferimento, quando queste siano disponibili. Nel caso dei gruppi critici, si arriva soltanto alle unità supraspecifiche che sono caso per caso riconoscibili (gruppo, aggregato, sezione del genere etc.) rimandando al vol. 4 per l'approfondimento.

I gruppi critici vengono trattati in una speciale sezione di questo volume. Si tratta di gruppi che sfuggono alle regole normalmente valide per la tassonomia dei vegetali superiori e che pertanto vanno considerati un'eccezione (vedi **Allegato 5**). La trattazione consiste in illustrazioni dettagliate dei particolari diagnostici e/o in descrizioni per quanto possibile dettagliate, anche con dati distributivi e notizie sul comportamento ecologico delle popolazioni nell'ambiente naturale. Le chiavi dicotomiche verranno utilizzate innanzitutto per la distinzione di aggregati (artificiali), contenenti più specie elementari. All'interno di questi aggregati, si potranno utilizzare chiavi dicotomiche oppure tabelle sinottiche, divisioni basate sulla biologia (ambiente, data di fioritura), distribuzione geografica oppure ogni altra informazione utile; le chiavi dicotomiche restano solo un complemento secondario, applicabile dove questo sia possibile, ma non in maniera generalizzata, che potrebbe dare al lettore l'illusione di arrivare a un risultato anche dove questo non è possibile. Non essendo possibile (almeno in generale) fornire un'iconografia originale, si cercherà di offrire immagini comparative ottenute mediante fotografie o scansioni di materiali d'erbario. I dati della letteratura sono sempre stati considerati criticamente, salvo quelli confermati da specialisti ancora attivi. Soprattutto, si è cercato di realizzare un trattamento esauriente di quanto conosciuto in maniera diretta, rinunciando all'esigenza di completezza per arrivare a un'esposizione realistica delle conoscenze attuali, senza dare l'impressione che tutto sia noto, anzi, mettendo in evidenza le lacune nelle conoscenze. Il tutto va trattato come *work in progress*. È inutile cercare di dare certezze dove queste non esistono; molto meglio è fornire una base sicura, sulla quale il lettore interessato, se ne avrà la capacità, possa in futuro costruire nuova conoscenza.

Bibliografia citata nel testo

Brummitt R.K. (2002), How to chop up a tree, *Taxon* 51: 31-41.

Fournier P. (1928), *Flore complétive de la plaine française*, Lechevalier, Paris, 632 pp.

Gold B. (2002), *The Human Nature Review* 2: 135-143.

Hey J. (2001), *Genes, Categories, and Species: The Evolutionary and Cognitive Causes of the Species Problem*, Oxford University Press, 217 pp.

Heywood V.H. (1961), Problems of taxonomy and distribution in the European Flora, *Feddes Rep*. 63: 107-228.

Jacob F. (1970), *La logique du vivant*, Gallimard, Paris, 354 pp.

Loos G.H. (1999), Einige Bemerkungen zur Anwendung eines "pluralistischen" Artkonzeptes im *Ranunculus auricomus* Komplex, *Flor. Rundbr*. 32: 129-134.

Schinz H., Keller R. (1923), *Flora Der Schweiz. Zum Gebrauche auf Exkursionen, in Schulen und beim Selbstunterricht. I. Teil: Exkursionsflora - II. Teil: Kritische Flora*, A. Raustein Verl., Zürich.

Vielle-Calzada J.P., Crane C.F., Stelly D.M. (1996), Apomixis: the asexual revolution, *Science* 274: 1322-1323

Wheeler Q.D., Meier R. (2000), *Species concept and phylogenetic theory*, Columbia Univ. Press, 256 pp.

Allegati

Allegato 1 - Consistenza dei gruppi critici

Il significato dei gruppi critici nella flora italiana, mediterranea ed europea non va sottovalutato. Una decina di generi è circa lo 0,2% del totale, una percentuale che può apparire trascurabile. Però alcuni di questi hanno parecchie centinaia di specie, anche secondo gli elenchi di *Flora Europaea* (certamente sotto-dimensionati) *Hieracium* arriva al migliaio e con le sottospecie questa cifra andrebbe almeno raddoppiata. Mettendo assieme questi dati, certamente disomogenei, si arriva a 2-3 migliaia di specie, cioè il 10-20% del totale, e si tenga presente che proprio questi gruppi sono i meno studiati nel ricco serbatoio delle flore balcaniche. Da questi dati ci si rende conto che non si tratta di un problema marginale.

Ci si può tuttavia domandare se questa tendenza sia limitata ai soli casi indicati. In realtà, non ci sono motivi per escludere che il processo possa presentarsi anche in altri generi. La variabilità morfologica in certi gruppi è stata analizzata a vari livelli (sottospecie, varietà, forme, gamodemi, notomorfi etc.), ma poi, in mancanza di uno studioso ostinato che arrivasse a una trattazione monografica, si è preferito lasciar perdere. In altri gruppi, si è appena agli inizi (per la nostra Flora ad es. *Aquilegia*, *Biscutella*, *Anthyllis*). Oppure ci si è messo di mezzo l'uomo, come fattore entropico stimolante la differenziazione (ad es. *Oenothera*). I recenti progressi sulla conoscenza dell'ecologia delle piante e la partecipazione alle comunità vegetali permettono di mettere in evidenza tipi di comportamento paradossale, che potrebbero avere una spiegazione nell'esistenza di gruppi di specie criptiche, basti pensare a casi come *Lotus corniculatus, Hippocrepis comosa, Bromopsis erecta*, alcune *Festuca*, i *Salix* ibridi, oppure alberi come *Pinus sylvestris* e le querce caducifoglie. Casi analoghi di gruppi che hanno infilato la via dell'apomissia si hanno nell'Asia orientale con i bambù nani (*Arundinaria*, *Sasa*) e nel Nord America con vari generi di Rosacee e Asteracee (*Amelanchier, Crataegus, Arnica, Antennaria, Crepis*) e sciami ibridi in *Quercus* e *Ceanothus*. Sembra di poter concludere che questi fenomeni siano tutt'altro che eccezionali nei più diversi gruppi delle flore dei climi temperati, soprattutto nell'emisfero boreale.

Va qui osservato che si hanno poche notizie di tendenza all'apomissia nelle flore tropicali e australi: l'unico esempio noto sono le Dipterocarpacee del SE asiatico (*Shorea, Hopea*) nelle quali sembra che l'alta diversità sia prodotta da sciami di specie apomittiche (Maury-Lechon G. & Curtet L. in Appanah S. & Turnbull J.S., *Dipterocarps*, Jakarta [1998]). Mancano notizie in questo senso soltanto perché le flore tropicali sono incompletamente studiate, oppure la differenza ha un significato?

Le flore tropicali sono le più ricche del pianeta e annoverano vari gruppi a elevata densità specifica: basti pensare al genere *Erica* in Sud Africa, oppure ad *Acacia* ed *Eucalyptus*, con circa 1000 specie ciascuno nella flora australiana. Eppure, non si hanno notizie che in questi generi vi sia una diffusa tendenza all'apomissia. Cos'è, in questi casi, a fare la differenza?

Forse si tratta dei tempi evolutivi: la flora temperata è in una fase giovanile per effetto delle glaciazioni; quella mediterranea, oltre ad aver risentito degli effetti delle glaciazioni, è stata profondamente segnata dalla crisi di salinità del Messiniano; mentre le flore tropicali e australi sono in condizioni di relativa stabilità dall'avvento del Pliocene.

I mutamenti verificatisi alle nostre latitudini negli ultimi sei milioni di anni hanno causato l'estinzione di numerose specie che figuravano nella flora pre-messiniana, molte altre hanno subito una frammentazione dell'areale, quasi tutti i sopravvissuti hanno risposto ai cicli di trasgressione/regressione marina e alle oscillazioni climatiche del Quaternario alimentando imponenti flussi migratori e una forte radiazione adattativa, stimolata anche dalla progressiva comparsa di nuove nicchie ecologiche.

Uno dei risultati di questa "ondata evolutiva" è la speciazione per poliploidia, in parte per formazione di allopoliploidi di origine ibrida, nota per numerosi generi appartenenti alla flora temperata boreale e mediterranea: alcuni esempi significativi sono forniti da *Galium, Campanula, Biscutella, Anthyllis, Koeleria*. Questo meccanismo di speciazione, una sorta di scorciatoia evolutiva, procede piuttosto celermente, soprattutto in quei gruppi ove, come in *Limonium, Hieracium, Rubus*, l'alto tasso di allopoliploidia ha frequentemente condotto verso l'apomissia, che, se da un lato esaurisce le possibilità di ulteriore evoluzione, dall'altro assicura agli individui apomittici di colonizzare rapidamente una determinata nicchia ecologica, producendo la massima quantità possibile di semi fertili, spesso accompagnati da efficaci mezzi di propagazione vegetativa. In questo modo, se le condizioni ambientali sono favorevoli, da un singolo individuo apomittico si può rapidamente costituire un'intera popolazione di cloni, ciascuna delle quali, stante l'isolamento riproduttivo e la costanza di qualunque sia pur debole carattere differenziale rispetto a popolazioni affini, può legittimamente essere trattata dai tassonomi come specie distinta.

Il successo degli individui apomittici è massimo dove c'è poca competizione e molto spazio: scogliere, rupi,

sottobosco, ambienti d'alta quota, ma anche agroecosistemi. Tuttavia, il successo evolutivo di questi organismi, finiti in un vicolo cieco dell'evoluzione, è relativamente effimero: le loro popolazioni possono sparire da un momento all'altro, in conseguenza di mutamenti ambientali, ai quali non possono adattarsi, o per il sopraggiungere di specie più competitive, che hanno seguito la strada maestra dell'evoluzione, più lenta ma meno incerta: quella della riproduzione gamica. Si può ipotizzare che anche le flore tropicali e australi abbiano annoverato comportamenti caotici quando erano "giovani", 20 o 30 milioni di anni fa, e che attualmente, dopo un lungo periodo senza variazioni ambientali significative, siano rientrate nella normalità.

La biodiversità è oggi gravemente minacciata a livello globale e il periodo nel quale viviamo ha assunto il carattere di un'estinzione di massa, paragonabile a quelle già avvenute per cause naturali in lontane ere geologiche. La differenziazione di *Oenothera* nel continente europeo è un esempio significativo della probabile tendenza, in molti vegetali, a ricorrere alla poliploidizzazione (in parte derivante da ibridazione) per aumentare la variabilità, e quindi la probabilità di insorgenza di caratteri nuovi, in quella fase di "lotta per la vita" che caratterizza la ripresa dei sistemi biologici dopo un evento sfavorevole, con conseguente scomparsa di numerose specie da un dato ambiente.

Mentre in passato le estinzioni di massa venivano seguite da cicli di ripresa abbastanza lunghi da consentire ai sistemi basati sull'evoluzione gamica di prendere il sopravvento su quelli agamici o apomittici, e quindi di stabilizzarsi, le estinzioni causate dall'uomo sono determinate da un reiterato e persistente disturbo degli ecosistemi naturali, che comportano cambiamenti più rapidi di quelli a cui gli organismi viventi riescono ad adattarsi tramite l'evoluzione. Il rischio conseguente alla frammentazione degli ecosistemi naturali è che le nicchie lasciate vuote dalle specie scomparse vengano progressivamente occupate da organismi, spesso non autoctoni, particolarmente inclini a imboccare "scorciatoie evolutive" caratterizzate da una metastabilità ecologica e funzionale inferiore a quella degli organismi originari.

Allegato 2 - Un vecchio apologo pubblicato su Taxon

Stebbins (1904-2000), grande biologo evoluzionista e genetista americano, è spesso intervenuto in maniera non-conformista sui problemi anzidetti. Ad es., sul concetto di specie: "...Stebbins scrisse un'allegoria per aiutare i biologi a capire il problema delle specie e speciazione: immaginiamo un giorno luminoso, con un cielo azzurro e nuvole cumuliformi ben definite. Sicuramente, non avremmo alcun problema nel discernere i confini di queste nuvole. Ma se volassimo avvicinandoci ad esse, i confini, anche se distinti, diverrebbero progressivamente meno evidenti, fino a divenire distinguibili solo misurando differenze locali nella densità del vapore acqueo. Tornati giù sulla terra, la vista di una giornata nuvolosa potrebbe rendere impossibile, anche per il meteorologo più zelante, distinguere le nuvole, dato che una serie di nuvole indistinte non è numerabile, i confini sono difficili da individuare e sfumano l'uno nell'altro come accade a tante specie nell'ambiente naturale" (B. Gold, 2001).

Parafrasando un apologo letto tanti anni fa, ma che viene citato spesso anche oggi (Stebbins, 1969), si racconta la storia di un re, il quale aveva fatto sapere di avere una figlia, di nome Perfect System, che sarebbe andata in sposa a quel nobile o cavaliere che avesse saputo trovarla nel giardino del palazzo. Si presentarono in molti: venne il cavaliere Cytotax, poi un nobile chiamato Compute. Oggi, ci potremmo aggiungere ancora Biomolek e Phylogene, ma nessuno fu in grado di trovare la principessa. Alla fine venne un saggio, di nome Sceptikus, che dopo aver studiato bene la situazione, concluse: "La principessa Perfect System non si trova, soltanto perché non esiste": risposta esatta, e con questo divenne l'erede al trono.

Il significato è che il progredire delle conoscenze scientifiche ci porta continuamente a proporre nuovi quadri sistematici, che di volta in volta potranno risultare in miglior accordo con le conoscenze sempre più aggiornate, però il sistema perfetto non esiste. Infatti, il sistema è frutto della nostra mente, e rimane comunque soggettivo, cioè perfettibile. In particolare, esso va formulato mediante un discorso composto da parole, quindi nella logica di un ragionamento lineare, mentre sappiamo bene che il mondo dei viventi, che si vuole sistematizzare, è altamente complesso.

Allegato 3 - Modello sistemico

Procedendo nella riflessione sull'attuale concetto di specie, ci rendiamo conto che questa viene assumendo sempre più il carattere di un sistema dinamico. Cerchiamo di approfondire questo punto.

La dinamica di un sistema è regolata dall'esistenza di un attrattore. Per avere un'idea di questa situazione, basta fare riferimento al sistema solare, ben noto almeno nelle sue linee generali. Esso è composto dal Sole attorno al quale ruotano una decina di pianeti. Il Sole è l'attrattore, e si è stabilita una condizione di equilibrio tra la sua forza di attrazione e la forza centrifuga dei pianeti in rotazione. In queste condizioni il sistema è in stato stazionario e, secondo la visione

della fisica classica, è privo di attriti e mantiene il suo moto costante per un tempo infinito. Esso modifica le sue condizioni secondo cicli ricorsivi, però il suo comportamento è completamente deterministico e prevedibile: nel suo complesso, il sistema è invariante nel tempo. In effetti è possibile prevedere con precisione un'eclissi indicandone anno, giorno, ora e località con un anticipo di millenni (oppure indicare quando questo sia avvenuto in passato). Ci sono leggi chiare, che è possibile esprimere mediante algoritmi semplici, cioè in un linguaggio conciso, molto più abbreviato della descrizione dettagliata di quanto accade nel sistema. Tutto è perfettamente spiegabile sia nel futuro che nel passato, così almeno sembrava ai fondatori della Fisica da Galileo a Newton e Laplace. Nella realtà però le cose sono per vari motivi più complicate, anche per quanto attiene al sistema solare.

Un punto importante è la possibilità che, accanto al normale attrattore, si presenti un attrattore strano (oppure estraneo = *strange attractor*). Immaginiamo che ci sia un'altra stella, più o meno eguale al Sole, che si avvicina: progressivamente il suo campo di gravità verrà a interferire con quello solare, così da disturbare il moto dei pianeti. Potrebbe avvicinarsi tanto da esercitare su uno dei pianeti una forza d'attrazione quasi pari a quella del Sole. Questo è la causa che produce una situazione strana: il pianeta non sa se deve continuare a girare attorno al Sole, oppure se deve mettersi in orbita attorno all'attrattore "estraneo". Il sistema è giunto a una biforcazione.

Questa ad es. è la condizione di una goccia d'acqua che si trova esattamente sullo spartiacque: a Dobbiaco, basta che sia un millimetro più a est e scende nella Drava, poi nel Danubio e finisce nel Mar Nero, ma se è un millimetro più a ovest scende verso l'Isarco, poi l'Adige e finisce nell'Adriatico; la scelta tra le due possibilità avviene per fatti del tutto casuali, ad es. la presenza di un granello di sabbia quarzitica inclinato in modo da far scivolare la goccia nell'uno oppure nell'altro senso.

Ma torniamo al pianeta sotto effetto di attrattore estraneo: esso non può rimanere fermo alla biforcazione, e a un certo punto, dovrà decidersi, e questo avverrà, di nuovo, a causa di un fatto, che in condizioni normali sarebbe di minima importanza, ma in questo caso diviene decisivo per stabilire la prevalenza dell'uno oppure dell'altro attrattore. Abbiamo dunque un fatto casuale, che può determinare una variazione essenziale nel comportamento del sistema. Questa variazione sarebbe prevedibile soltanto se avessimo una conoscenza perfetta delle condizioni iniziali, ma il principio di indeterminazione esclude questa possibilità. Quando il sistema è giunto alla biforcazione, nessuno può prevedere quale attrattore verrà scelto dal pianeta. Il comportamento del sistema, pur continuando a essere deterministico, è diventato imprevedibile. Il sistema, dallo stato stazionario, passa a uno stato indicato come caos deterministico. Si entra nel campo dei fenomeni descritti con il ben noto esempio della farfalla che, battendo le ali in Brasile, provoca una discontinuità, che a sua volta avvia correnti atmosferiche che alla fine produrranno un tifone sulla Florida. Con il passaggio al caos deterministico il sistema può scegliere una tra le infinite traiettorie possibili oppure replicarsi su più traiettorie tra loro più o meno parallele. La direzione di queste traiettorie dipende dalle condizioni iniziali, e pertanto è imprevedibile, ma quando il sistema si è assestato su una di queste, il suo comportamento torna a essere deterministico e prevedibile.

Vediamo ora come questo modello possa diventare interessante anche per l'interpretazione dell'evoluzione. Restringiamo, per semplicità, il discorso ai vegetali, e consideriamo un certo gruppo, ad es. la stella alpina, come un sistema in stato stazionario. Anche il sistema "stella alpina" modifica le sue condizioni secondo cicli ricorsivi regolari (le generazioni successive) mantenendosi invariante nel tempo, analogamente a un sistema solare. L'attrattore in questo caso è il DNA. Normalmente il DNA è considerato al centro del fenomeno-vita per la sua capacità di accumulare informazione e di variare, ma la sua forza di attrazione deriva da caratteristiche differenti: la proprietà di regolare la riproduzione sessuata (amphimissia), che garantisce il continuo accoppiamento tra genomi diversi, combinata con la trasmissione del patrimonio genetico invariato, dopo ogni ciclo riproduttivo. In questo modo il sistema si rinnova di continuo, però si mantiene invariante, come il sistema solare nella visione classica. Anche il sistema vivente segue regole precise. Esse in generale non si possono esprimere mediante algoritmi, ma comunque in maniera concisa (anche se non sempre).

A questo punto vanno ricordate le mutazioni, che sono un evento casuale e imprevedibile. Esse sembrerebbero contrastare l'esigenza generale di stabilità del sistema, però sono semplici errori nel processo di trascrizione, anche se a volte può trattarsi di errori essenziali per attivare processi evolutivi. Le mutazioni tuttavia rimangono un aspetto secondario per il funzionamento normale del sistema, che è tutto centrato sull'esigenza di mantenere condizioni di invarianza (omeostasi) nel genoma. In questo senso, anche il sistema vivente è (o perlomeno cerca di essere) completamente determinato e prevedibile.

Anche in questo caso, però, può comparire un attrat-

tore strano. Questo avviene quando la pianta trova una via differente per garantire la riproduzione: infatti esistono altre modalità che permettono di rinnovare l'organismo senza passare per la riproduzione sessuata, ad es. con la produzione di un gamete femminile diploide, che direttamente (senza fecondazione) germina dando un nuovo organismo (apomissia) – una scorciatoia, che evita impollinazione e fecondazione, processi costosi (in termini biochimici), molto delicati e spesso aleatori –. Il passaggio all'apomissia può essere la conseguenza di ibridazione tra specie diverse, ma tra loro affini, oppure poliploidia, prodotta a sua volta da modificazioni dell'ambiente esterno. Dipende dunque da fattori diversi e imprevedibili, spesso del tutto casuali. Anche in questo caso, l'azione dell'attrattore strano porta il sistema a una biforcazione, qui passa alla condizione caotica e il suo comportamento diviene imprevedibile.
Il concetto di caos usato in questo caso è molto diverso da quello del linguaggio normale. Essenzialmente si tratta del fatto che il comportamento del sistema dipende da fattori casuali, dunque la descrizione concisa, mediante algoritmi, non è possibile ed esso può essere definito soltanto mediante una descrizione infinitamente precisa delle condizioni iniziali. Anche nel caso dei viventi, il sistema caotico può inserirsi su traiettorie diverse, che corrispondono alle infinite alternative esistenti in un processo casuale.
La nostra opinione è che i casi di proliferazione di agamo- o nothospecie possano essere interpretati secondo il modello del sistema caotico. Dunque non si tratta di speculazioni dovute a studiosi particolarmente pedanti, ma di fenomeni inquadrabili in un modello generale.

Allegato 4 - Le chiavi dicotomiche

Un sistema in condizioni stazionarie può essere interpretato sulla base di algoritmi che ne danno una descrizione concisa (cfr. **Allegato 3**); nel sistema caotico questo non è possibile. Se la specie dal punto di vista sistemico può essere considerata un sistema stazionario, dovrà quindi anche per questa esistere la possibilità di una descrizione concisa. Per le specie sessuali, una descrizione mediante algoritmi non è possibile a causa della complessità del vivente, tuttavia una forma di descrizione concisa è stata trovata e questo è il metodo di identificazione mediante chiavi dicotomiche. Infatti ogni specie sessuale è caratterizzata in maniera esclusiva da almeno un carattere morfologico, quindi con una serie di dicotomie (scelte sì/no) è possibile identificare in maniera non ambigua una specie. Il metodo è stato introdotto in maniera generalizzata nella *Flore de France* di Lamarck e De Candolle, soprattutto a cura di quest'ultimo, nel 1813. Per piante con normale riproduzione sessuata, esso funziona bene quando il numero di specie non è elevato, altrimenti si hanno risultati poco affidabili.
La flora italiana consiste di circa 7.000 entità, e con 13 passaggi binari (2^{13}) si supera largamente questa cifra. Dalle prove che abbiamo effettuato, con una sequenza di 5-15(-30) quesiti sarebbe teoricam. possibile raggiungere qualsiasi specie della flora italiana. Questo, nel caso in cui la chiave abbia un massimo di efficienza e tutte le risposte siano esatte. Però, come tutti sanno, i caratteri diagnostici variano da gruppo a gruppo, quindi è impossibile ottenere una chiave dicotomica con massima efficienza, e pertanto bisogna separare in chiavi distinte la ricerca a livello di famiglie, generi, specie. Il risultato è un'estrema complicazione. La famiglia delle Asteracee include in Italia 121 generi: con una perfetta efficienza basterebbero 7 passaggi binari (2^7). Nella realtà sono necessarie 6 chiavi articolate su due livelli con un totale di 181 dicotomie. Nella Flora del 1982, molte chiavi hanno fino a 50 dicotomie; una chiave parziale per i generi delle Poacee arriva a 116 dicotomie. La ripetizione di domande finisce per smorzare l'attenzione e nell'uso quotidiano gli errori sono frequenti: ogni volta bisogna ricominciare da capo, oppure non ci si accorge dell'errore e si arriva a un risultato la cui precisione è del tutto illusoria. Un'ulteriore difficoltà è data dal fatto che i caratteri diagnostici sono soltanto quelli indicati in ciascuna dicotomia (in generale 1-3) e se per motivi contingenti questi mancano (ad es. i petali quando la pianta è in riposo vegetativo) la chiave diventa inutilizzabile. La chiave dicotomica, dopo 200 anni di utile servizio, sembra ormai uno strumento superato e appare necessario sperimentare nuovi mezzi, fondati sul confronto visivo e sulla competenza del fruitore, come le chiavi politomiche della Flora Digitale.
Quando si entra nei gruppi a comportamenti caotici qualsiasi metodo diviene palesemente insufficiente. Infatti la differenza tra l'una e l'altra agamo- o nothospecie è data da una somma di caratteri, nessuno dei quali esclusivo, e con larghissime sovrapposizioni: in questo modo non si è mai di fronte a scelte nette con carattere sì/no, ma soltanto a tendenze, soggette a eccezioni che nel linguaggio si rendono evidenti attraverso frasi dipendenti con ipotesi alternative, ad es. "peduncoli glabri / peduncoli pelosi, oppure glabri, ma solo in pianta annuale con foglie a margine crenato etc." Questi artifici rendono oltremodo complicate e farraginose le chiavi analitiche, che ciononostante rimangono imprecise e danno risultati incerti: alla fine si ricorre a una figura (quando esiste)

oppure si cerca una descrizione per quanto possibile dettagliata. Si ritorna dunque alla descrizione completa (che dovrebbe essere infinitamente precisa, una meta evidentemente irraggiungibile) e la concisione è perduta. La micro-specie richiede dunque in realtà una macro-descrizione. In effetti, anche questo è coerente con il concetto di sistema caotico, per il quale una descrizione concisa è per definizione impossibile.

Allegato 5 - L'opinione di G. Ledyard Stebbins sui gruppi critici

«Guidelines can be obtained from studying species limits in related groups that reproduce sexually. Such analogies originally suggested that if the morphological pattern of a group of apomicts indicated that they were derived from hybridization between two sexual species that are similar morphologically, most or all of the apomictic clones could be admitted within the limits of one or the other of the parental species. If, on the other hand, the putative parental species were very different from each other, or if a series of similar apomicts appeared to have been derived from hybridization involving three or more different diploid species, they would be best understood by grouping them into highly variable, collective "agamospecies" bearing a different binomial from any of the sexual ancestors. This alternative treatment was adopted in both *Crepis* and *Antennaria*.

Agamic complexes can be treated taxonomically in two other ways. One method, adopted extensively in Europe for *Taraxacum, Hieracium, Rubus*, and other genera, is to recognize each apomictic line as a separate species. Aside from the confusion resulting from the enormous number of so-called "species" generated by this treatment, it has one basic defect with respect to both biosystematics and taxonomic philosophy. In all the genera mentioned above, clusters of obligate apomicts exist sympatrically, at least occasionally, with highly heterozygous and variable populations belonging to a related, fully sexual species. If two such clusters or populations are compared with respect to any group of characters, morphological, cytological, or biochemical, each individual of the sexual population will correspond to a large degree with a clone belonging to the apomictic cluster.

Apomictic clones can be recognized as species only when they occur beyond the range of the related sexual species. The confusion produced by giving the same taxonomic rank, in the same section of the same genus, on the one hand to a single genotype, and on the other to an entire population system, produces a confusing taxonomic system.

An alternative treatment might be to split up the sexual species to make each of their "species" units similar to the apomicts, but this would cause even more confusion. At the other extreme, one might argue for recognizing as a single taxonomic species an entire agamic complex. In addition to producing taxonomic confusion of a different sort, such a practice would violate one of the basic principles of modern taxonomy. Because the superstructure of apomictic clones that form the bulk of the complex are "crystallized hybrids" that contain genes derived from several different sexual parental species, some of which may have been isolated from each other for millions of years, the entire complex is, by its very nature, highly polyphyletic. To treat such a complex as a single basic unit, one species, violates not only current taxonomic practices but also basic biological philosophy.

When dealing with apomictic complexes, the taxonomist faces a situation that nature has evolved, fortunately in only relatively few instances, in defiance of the rules that taxonomists would like to follow. Anybody who is dealing with these situations must recognize this fact and solve the problem in a manner that will be most useful to fellow scientists».

Perorazioni

Botanica e sostenibilità - The Sassari Charter Sardinia, September 20th, 2008

Our common security in a fragile and divided world - Biodiversity, food, water, climate and human rights in a planetary emergency

From Sardinia in the Mediterranean basin, we citizens, scientists and decision makers who met at the international meeting on Biodiversity, Desertification, Water, Food and Human Rights at Sassari, make a call to the G-8 and concerned citizens of the world:

«The extinction of species, land degradation and desertification, the disintegration of landscapes and territories, biological invasions, the growing water and food shortages and the climate crisis are inextricably linked and interconnected aspects of a planetary emergency. However, most international agreements and negotiations as well as national policies treat these as separate and individual issues.

The interconnectedness of the ecological crises is also related to the growing economic inequality within and among nations, the rise in conflicts and violence and the threat to global peace and justice.

Only with the restoration and continued protection of biodiversity, water, food systems and the atmosphere as the commons can the economic divide be overcome. There is a common duty to conserve and protect, as well as to share the earth's bounties to assure basic

human rights so that no one is deprived of water or food.
Ensuring the right to food and water is part of the UN Millenium Development Goals (MDGs). However, as common resources become monopolized, food prices increase due to speculation and diversion of food crops to biofuels as fossil fuels are depleted, and these goals become progressively less attainable by the international community.
Issues of poverty and economic exclusion cannot be addressed without addressing issues of equity in the context of natural resources and natures gifts on which all production rests.
The ecological foundations of economic justice become even more vital in a period of climate chaos and climatic change. Without a massive expansion of renewable energy, climate security and justice are unattainable. Cultivating sun and wind energy needs to be seen as an agricultural activity. The misguided focus on nuclear energy and biofuels as clean energy needs to be re-evaluated in the context of large ecological and social costs. The human-induced destabilization of the climate leaves most vulnerable those communities that have done least to pollute the atmosphere creating waves of climate change refugees.
Industrial globalized agriculture is a major contributor of greenhouse gases and a transition to ecological local food systems can help mitigate and adapt to climate change while securing livelihoods and promoting public health. This vital link between food and climate must be addressed at Copenhagen.
Diversity and resilience are vital aspects for mitigation and adaptation to climate change. Systems that increase indigenous diversity and resilience can also be systems that increase the access of the poor to the earth's resources and help overcome the economic divide while addressing the planetary emergency. The intrinsic rights of plants, animals and ecosystems must be recognized in order to protect the commons.
Humanity can either allow the instability and divides to deepen, reducing the notion of security to a policy of exclusion, rendering our very future at risk.
Or we can collectively build our common resilience and security, from the individual to the global community, on the basis of nature's commons and a shared vision for our common future».

Codice del Botanico Erborizzante

Preghiera ai botanici

"Per i principianti, anzitutto. Se avete sfogliato questo libro, è perché le piante e la scienza delle piante vi interessano. Ebbene: credete nell'esperienza! Praticate la botanica con serietà e, per quanto possibile, a fondo: è soltanto così che essa diventerà per voi una somma di piaceri continuamente rinnovantesi. Sappiate inoltre che la determinazione di una pianta non si può sempre effettuare in maniera automatica seguendo il filo delle chiavi analitiche. Bisogna anche avere una particolare sensibilità botanica.
E ancora, per i veterani. Di grazia, non dobbiamo essere, in quanto botanici, dei distruttori. Non trattiamo la pianta rara come un semplice oggetto di collezione e non sterminiamola quando vive nelle sue stazioni naturali per soddisfare una semplice passione spinta fino alla mania. Distruggere quello che si ama è una ben malvagia maniera di amare" (da Fournier P., *Les Quatre Flores de France*, Préface, p. VII [31 agosto 1936]).

Gruppi critici

Fam. 27. Pinaceae

6. PINUS L. – Pino

5-7. Complesso di **P. sylvestris - P. mugo**
Per un esame critico dei caratteri differenziali cfr. K. Marcysiak & A. Boratyński, *Plant Syst. Evol.*, 264: 57-73 (2007).

1 Tronco e rami princip. rossastri; pigne peduncolate, pendenti; aghi diritti, glauchi sul lato int. .....**5. P. sylvestris**
1 Tronco e rami grigio-bruni; pigne sessili, erette o patenti; aghi arcuati, verde scuro
2 Pigna asimmetrica[1], con squame a scudo uncinato; portam. arborescente .....**6. P. uncinata**
2 Pigna simmetrica, con squame a scudo piano o quasi; portam. arbustivo .....**7. P. mugo**

5. P. sylvestris L. – Albero, 5-30 m; tronco e rami princip. rossastri; pigne peduncolate, pendenti; aghi diritti, glauchi sul lato interno.

(a) subsp. **sylvestris** – Gemme invernali non resinose; aghi di diam. < 1,5 mm; squame con scudo opaco e umbone bruno. – *La stirpe prevalente nelle Alpi e App.* – Nelle valli disposte sec. il parallelo (V. Canale, V. Pusteria, V. Venosta, Valtellina, V. Aosta, V. Susa), caratterizz. da clima continentale, tende a costituire boschi radi, soprattutto su calc., a 500-1200 m; si presenta più raram. anche sui suoli acidi e torbosi com'è regola nell'Eur. sett.

(b) subsp. **engadinensis** (Heer) Asch. et Graebn. – Gemme invernali resinose; aghi diam. 2 mm, brevi, rigidi e subspinosi, generalm. patenti. – *Sostituisce la subsp.* **(a)** *nelle catene alpine centr. dall'Engadina alla V. Pusteria.* – Forma lo strato arboreo delle pinete sui pendii montani e subalpini.

5(c). *P. ×rhaetica* Brügger (*P. sylvestris* × *P. mugo*) – Forse sinonimo di una delle entità ibridogene di **6** e **7**: da ricercare (Alpi Retiche).

[1] Una linea immaginaria, che unisca l'inserz. della pigna all'apice della stessa, lascia su un lato ca. 2/3 della pigna e sull'altro soltanto 1/3; nel caso di *P. mugo* invece, le due porz. sono ca. eguali.

Nota – Le notizie derivanti da osservaz. dirette sulla subsp. **(b)** nel suo ambiente naturale sono scarse. Braun-Blanquet attribuisce a questa subsp. il pino che costituisce lo strato arboreo del *Carici-Pinetum sylvestris* nel Parco Naz. Svizzero (cfr. Braun-Blanquet J., Pallmann H., Bach R., *Ergebn. wissensch. Unters. schw. Nationalpark* IV, pp. 29-31, 1954), però il pino dell'Engadina si presenta anche assieme al mugo e nella pecceta. Esso ha in generale una copertura del 40-50% e sembra estendersi anche oltre lo Stelvio. Sec. Fischer M. *et al., Exkursionsfl. Österr.* 252 (2005) potrebbe trattarsi del risultato di un'ibridaz. con 7 e vengono date le seguenti misure degli aghi:
- subsp. **(a)**: aghi 1-1,5(-2) mm diam. e (3-)4-6(-7) cm lungh.;
- subsp. **(b)**: aghi 1,5-2 mm diam. e (1,5-)2-3,5(-4) cm lungh.

La subsp. **(b)** si caratterizza inoltre per scarsa ramificaz.: ha portam. slanciato, con fusti a corteccia liscia, di color rosso lucido; la chioma si espande nella parte sup. soltanto negli alberi più annosi, mentre nella subsp. **(a)** c'è la tendenza verso la chioma a ombrello. Alcune popolaz. della V. Pusteria ci sembrano riferibili alla subsp. **(b)**, il cui significato rimane però da precisare ulteriorm.

5(d). ***Colonie eterotopiche*** – *Sulle pendici delle Alpi Maritt. e App. Emil. (dal Piacent. al Moden.), forse anche sulle Langhe*. – Sono pinete aperte nella fascia collinare (420-730 m) in ambienti a clima submedit., blandam. oceanico. La differenza rispetto alle popolaz. alpine è confermata anche dalle ricerche di tassonomia molecolare (cfr. **Vol. 1**). Un taxon particolare non è stato finora formalizzato.

Nota – Le popolaz. delle Alpi Maritt. e App. sett. si differenziano da quelle delle Alpi Lomb. e Tirol. per avere in media 6,5-6,6 cotiledoni (anziché 5,8-6,0) e, in semenzali di 1-2 anni, aghi lunghi 27,3-32,5 mm (anziché 32,3-37,4), un numero inf. di gemme e differente portam., cfr. Antonaroli R., Bagnaresi U., Ferrari C., Speranza M., *Ann. Accad. Sc. Forest*. 34: 151-160 (1987).

6-7. P. uncinata - P. mugo
Le due specie, quando sono studiate nel loro areale princip. (**6**: dai Pirenei alle Alpi occid.; **7**: Alpi orient., A. Maritt., App. centr., Balcani) appaiono relativam. uniformi come aspetto ed ecologia, però in condiz.

marginali un'analisi accurata mette in evidenza un ampio polimorfismo. Esso sembra causato da isolamento geografico, adattamento a condiz. ecologiche differenti, processi di ibridaz. Questo ha portato a una grande confusione concettuale e anche nomenclat., sia per i nomi scientifici che per i nomi germanici usati nella tecnica forestale, cfr. Businsky R. & Kirschner J., *Taxon* 46: 129-139 (2006); Hamernik J. & Musil I., *J. Forest Sci*. 53: 253-266 (2007). Nella fascia di contatto, sulle Alpi Lomb. e nei Grigioni, si ha una miriade di popolaz. di aspetto intermedio, che localm. possono risultare del tutto dominanti ed esclusive. I rapporti tra le stirpi disgiunte di **P. mugo** (Alpi orient. – Alpi Maritt. – App. centr.) rimangono ancora da precisare.

Mediante un'analisi critica delle differenze, Boratyńska K. & Bobowicz M.A., *Plant Syst. Evol*. 227: 183-194 (2001), dimostrano che le due specie sono discriminabili in base a caratteri degli aghi (lunghezza, numero dei canali resiniferi e distanza tra questi, spessore delle cellule epidermiche). Per la nomenclat., cfr. Minghetti P. & Nardi E., *Taxon* 48: 465-469 (1999).

1 Pigna asimmetrica; squame a scudo uncinato
  2 Uncino lungo ca. quanto la largh. della squama, incurvato; albero di 5-20(-30) m con un f. princip. normalm. indiviso e chioma folta .....**6(a). P. uncinata**
  2 Uncino poco sviluppato, più breve della largh. della squama; albero gracile con chioma interrotta o portam. strisciante almeno alla base
    3 Albero a portam. eretto (5-12 m) .....**6(b). *P. ×rotundata***
    3 F. dapprima strisciante, quindi brevem. eretto (4-6 m) .....**6(c). *P. ×pseudopumilio***
1 Pigna simmetrica; squame a scudo piano o quasi, a volte con un breve mucrone; f. striscianti-ascendenti (1-5 m) .....**7. P. mugo**

6(a). P. uncinata Mill. – Albero (5-20 m); tronco e rami grigio-bruni; aghi arcuati, verde scuro; pigne asimmetriche, sessili, erette o patenti; squame presentanti verso l'est. un tozzo uncino lungo ca. quanto la largh. della squama. – Specie diffusa sulle Alpi occid., Giura, Francia merid., Pirenei nelle pinete montane e subalpine in stazioni relativam. aride. – *Alpi occid. dalle A. Retiche alle A. Maritt.*

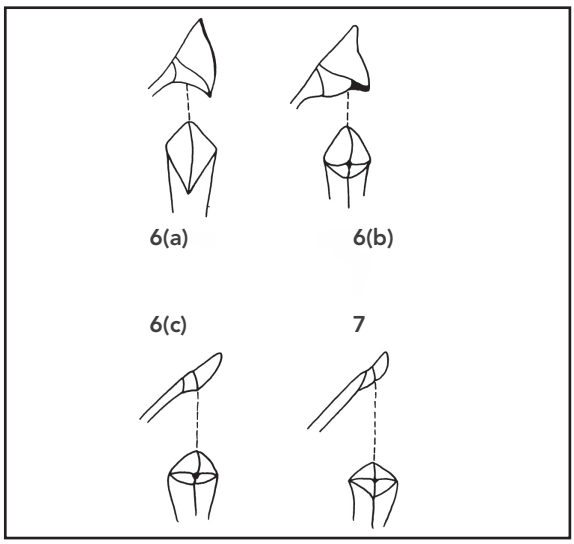
6(b). *P. ×rotundata* Link – (Nothospecie **6[a] > 7[c]**?) Eur. centr. in Baviera, Selva Nera, Boemia e Carpazi, vive in torbiere e ambienti palustri; da noi segnalata sulle Alpi, ma probabilm. per confusione con forme di **7**. – *Mancano segnalaz. sicure per il nostro terr.*

6(c). *P. ×pseudopumilio* (Willk.) Beck – (Nothospecie **6[b] > 7[a]**?) Nella letteratura riguardante le Alpi più spesso indicato come *P. pumilio* (Haenke) Zenari. Si riconosce per il caratt. portam. con f. prostati (come in **P. mugo**!), che però alla fine si drizzano in verticale formando brevi alberelli di aspetto caratt. (in ted. "*Spirke*"). – Vive nella brughiera subalpina, sulle Alpi Svizzere dalle quali irradia in Baviera e Tirolo. – *Nel Parco Naz. Svizzero, segnalato in Sud-Tirolo pr. Nova Ponente/Deutschnoven*, da ricercare nella fascia limitrofa sul nostro terr.*

7(a). P. mugo Turra – Arbusto prostrato (1-5 m); tronco e rami grigio-bruni; aghi arcuati, di un verde scuro; pigne simmetriche, sessili, erette o patenti; squame presentanti verso l'est. una superficie a scudo quadrangolare, appiattita o con un breve mucrone. Profumo aromatico caratt. – Questo è il normale pino mugo, elemento caratterizzante della formaz. subalpina in stazioni lungam. innevate, ma non con carattere di torbiera; scende lungo i torrenti fino a bassa quota. Da noi si presenta in tre areali distinti:

- Alpi orient. – Forma un areale continuo dalle A. Giulie alle Grigne. Recentem. è stato proposto di distinguere le popolaz. delle catene int. (che corrispondono al *typus*) da quelle dei massicci merid., indicate come *P. mugo* nothosubsp. *rotundata* (Link) Janch. et Neumayer. La nomenclat. è errata, perché va riferita a **6(b)**, il cui *locus classicus* è nella Germania centr. (Sassonia) e che non fa parte della nostra flora. Tuttavia, l'idea che esista una differenza tra le popolaz. di queste due fasce è suggestiva: infatti, i massicci merid. sono state aree di rifugio durante le glaciaz. ed è possibile che il ripopolamento delle aree lasciate libere dalla fusione dei ghiacci si sia accompagnato a una differenziaz. delle popolaz. che si espandevano sulle catene int. Il problema va ulteriorm. studiato;

- Alpi Maritt. e App. sett. – L'areale delle A. Maritt. è fortem. disgiunto e non è noto se si tratti realm. della stessa pianta presente sulle Alpi orient., oppure di una stirpe differente. La situaz. nell'App. Lig.-Emil. è critica. Si hanno popolaz. (sempre di pochi individui) nel Piacent. (M. Ragola e M. Nero), Parm. (M. Nero) e Genov. (M. Maggiorasca, con una ventina di individui in due nuclei, e M. Aiona, con tre individui). Sec. Gentile S. (1995) e Romani E. & Alessandrini A. (2001), che citano Gentile, le popolaz. indicate appartengono a *P. uncinata* var. *rostrata* Antoine, e su questa base **6** è riportato in Lig. ed Em.-Rom. dalla "Checklist" di Conti *et al*. (2005). Sec. Agazzi S. *et al., Mem. Accad. Lunigianese Sc. Lett*. etc. 67/69: 101-112 (1999), che hanno riesaminato il problema si tratta invece del genuino *P. mugo* (Nota di D. Marchetti);



• App. centr. – Sono note 5 aree con popolaz. a volte abbondanti ed estese: Maielletta, Camosciara, M. Greco, Tre Confini e Zaffineto. Le popolaz. sono nettam. separate (oltre 50 km), però, dato che il polline è disperso dal vento, esistono possibilità di scambio genico tra l'una e l'altra, come anche di diffusione a opera degli uccelli (ornitocoria). Un problema aperto invece è l'origine di queste popolaz.: una derivaz. da quelle delle Alpi orient. sembra improbabile, data la grande distanza e la necessità di percorrere tutto l'arco delle Alpi occid. e gran parte dell'App., trattandosi di una specie inadatta a vivere nelle pianure alluvionali. Più verosimile è una connessione dell'App. centr. con la flora delle Alpi Dinariche, che è evidente anche per altri gruppi (es. *Sesleria, Paronychia, Edraeanthus*), ma per la quale una base paleobiogeografica finora manca. Anche questo problema richiede uno studio ulteriore.

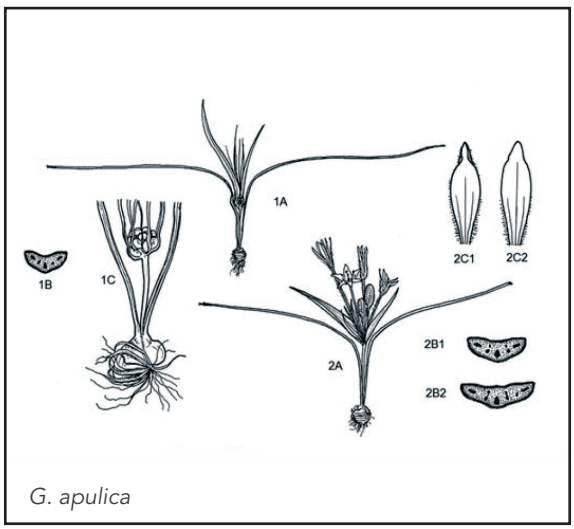
7(b). P. mugo Turra nothosubsp. *rotundata* (Link) Janch. et H. Neumayer – Cfr. quanto è scritto per le popolaz. di **7(a)** che vivono sulle Alpi. orient.

7(c). *P. uliginosa* Neumann in Wimm. – Pianta con portam. cespuglioso, con f. prostrati e aspetto di **7(a)**. – Vive in torbiere alte (con strato di torba che può raggiungere i 4-5 m), a bassa quota al piede sett. dei Carpazi, in Galizia (Polonia merid.). Relitto glaciale, specie caratt. dello Sphagnion magellanici. Non è segnalata in It., tuttavia, anche da noi si possono raram. osservare popolaz. di **7(a)** in ambienti di torbiera, ad es. sopra Paneveggio al Palù dei Mugheri (= Palude dei mughi) su calc. e a Lavazè verso il Corno Nero (su silice). Va accertato se queste popolaz. possano rappresentare una stirpe particolare.

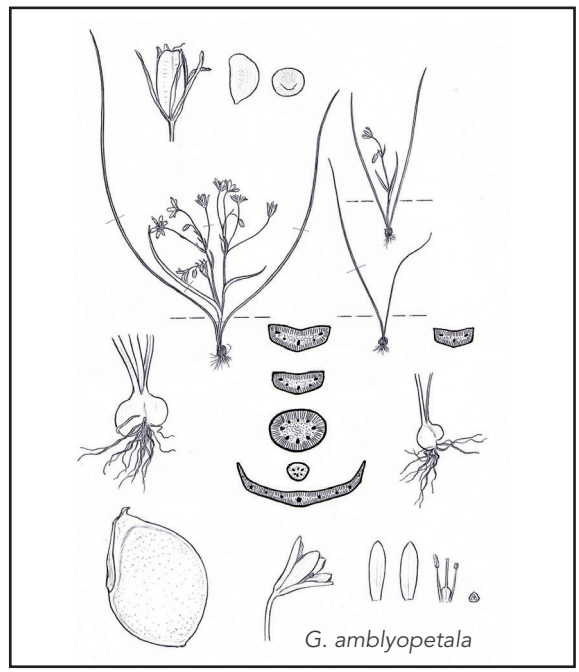
Fam. 55. Liliaceae

2. GAGEA Salisb. – Cipollaccio

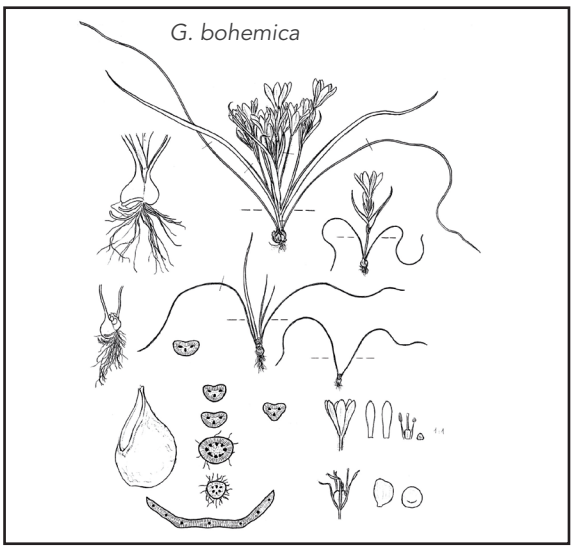
Figure integrative di J.-M. Tison (parzialm. inedite).

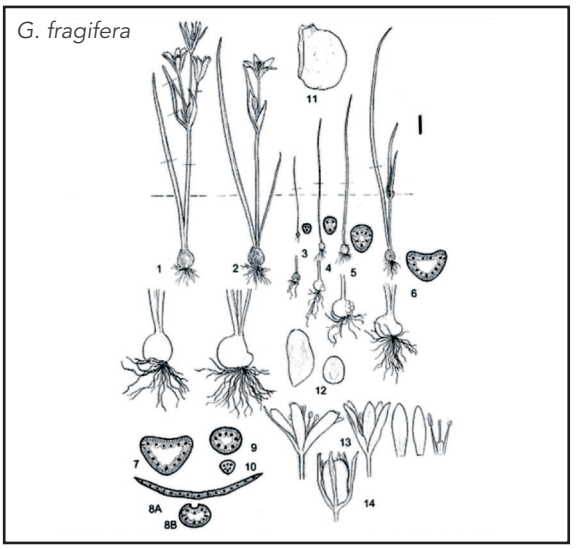


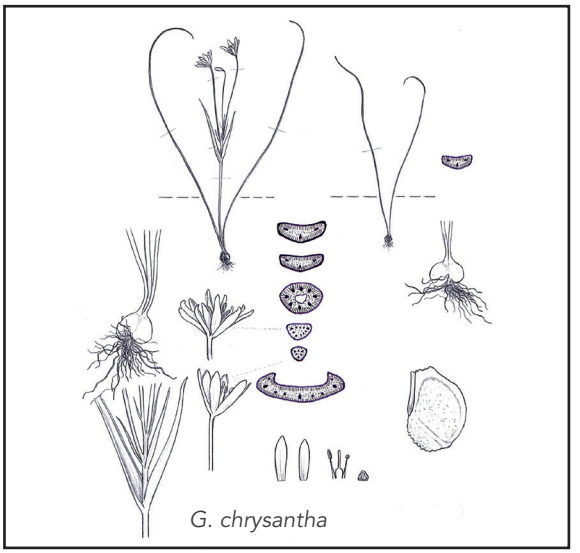
G. apulica

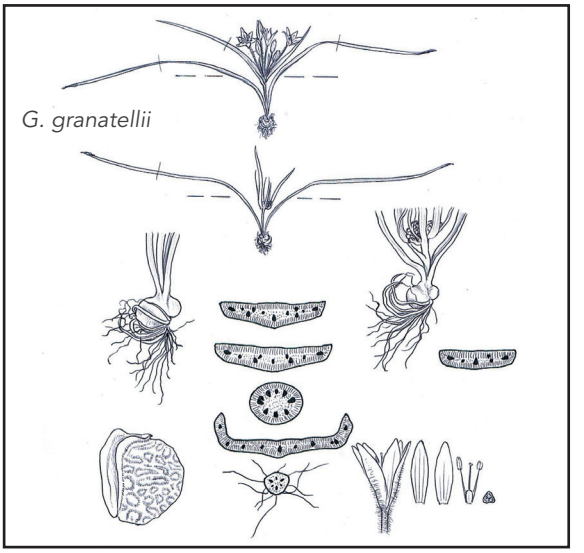


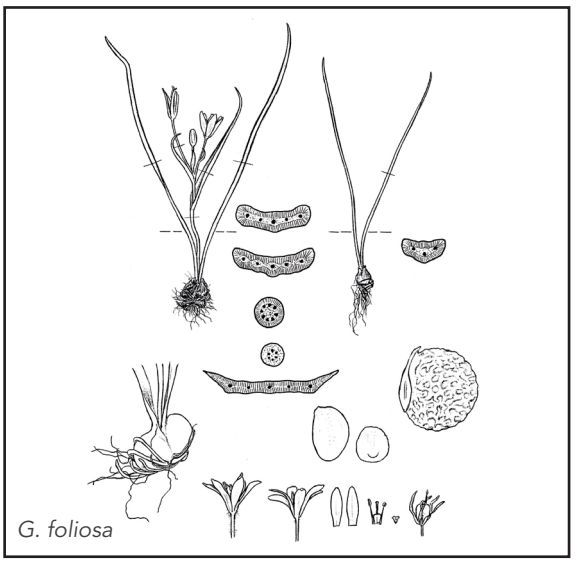
G. amblyopetala

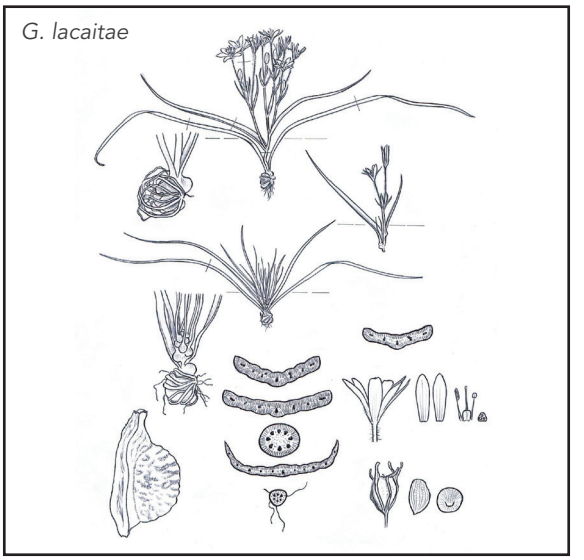

G. bohemica

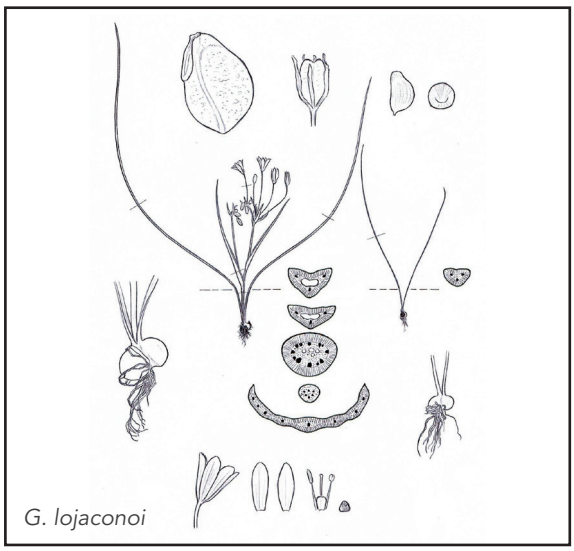

G. fragifera
1
2
3
4
5
6
7
8A
8B
9
10
11
12
13
14

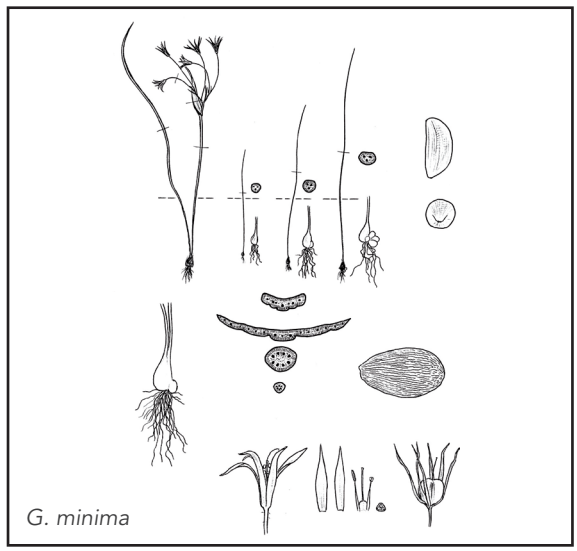

G. chrysantha

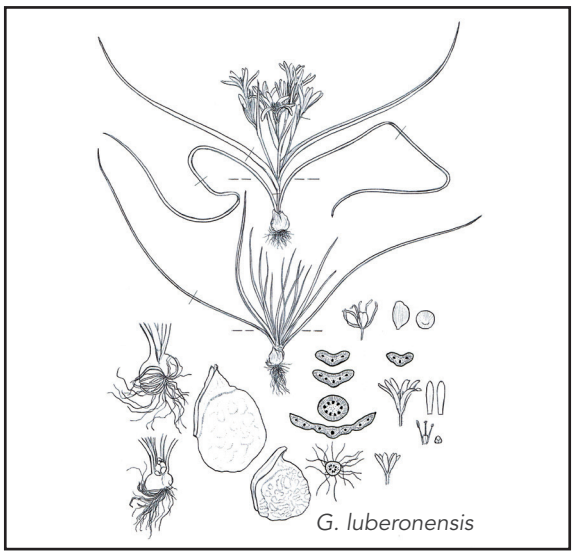

G. granatellii

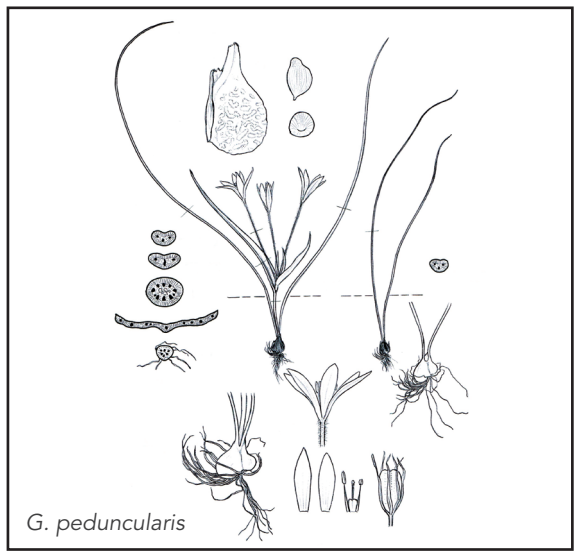

G. foliosa

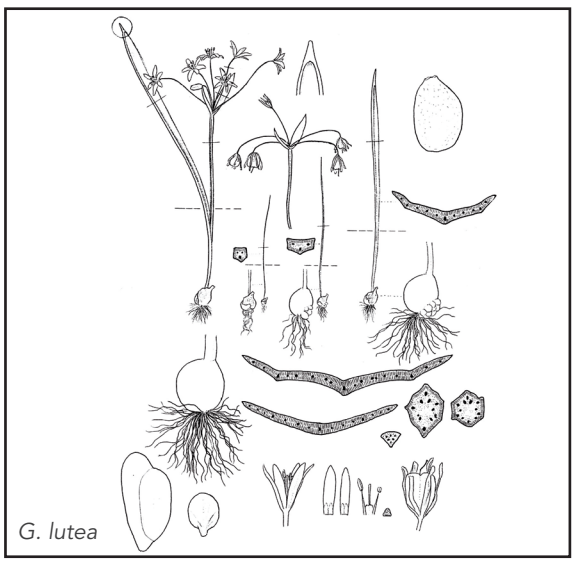

G. lacaitae

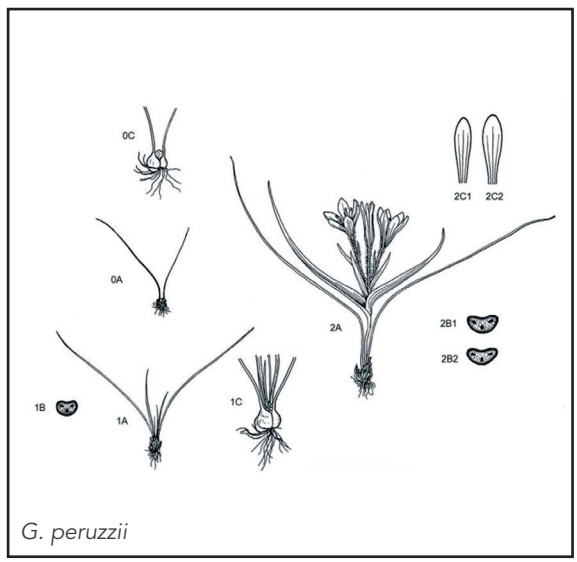

G. lojaconoi

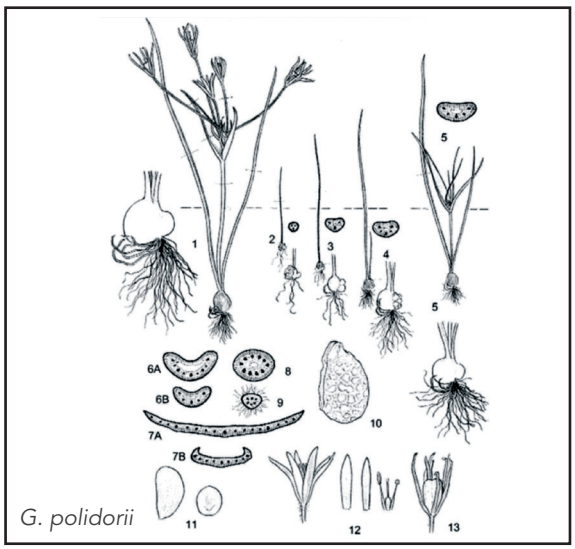

G. minima


G. luberonensis

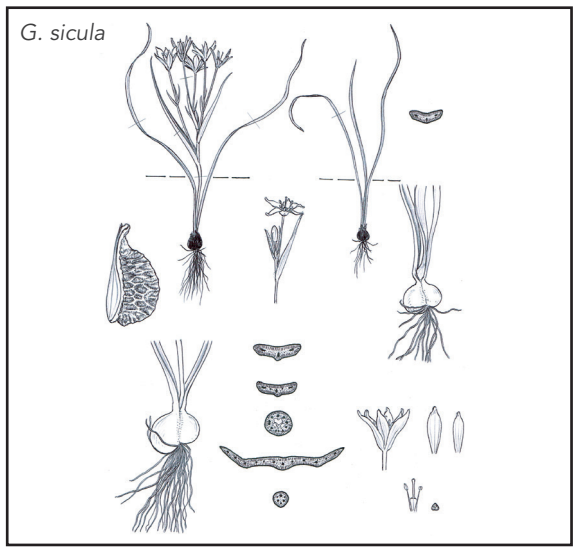

G. peduncularis

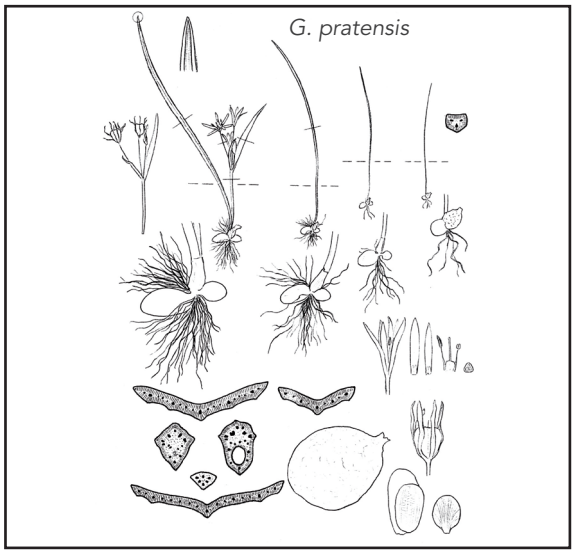

G. lutea

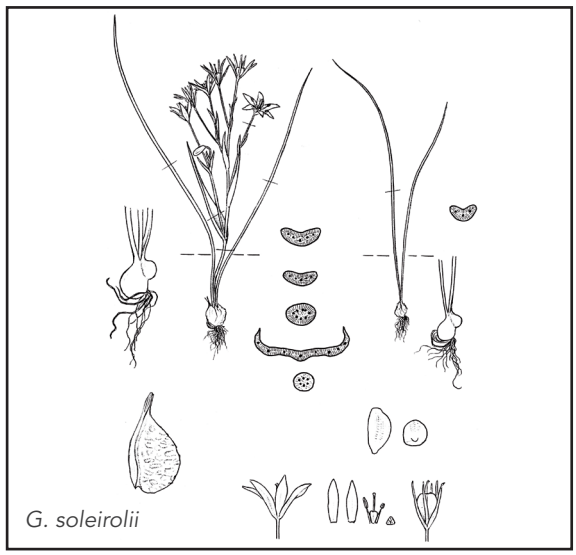

0C
2C1
2C2
0A
2A
2B1
2B2
1B
1A
1C
G. peruzzii

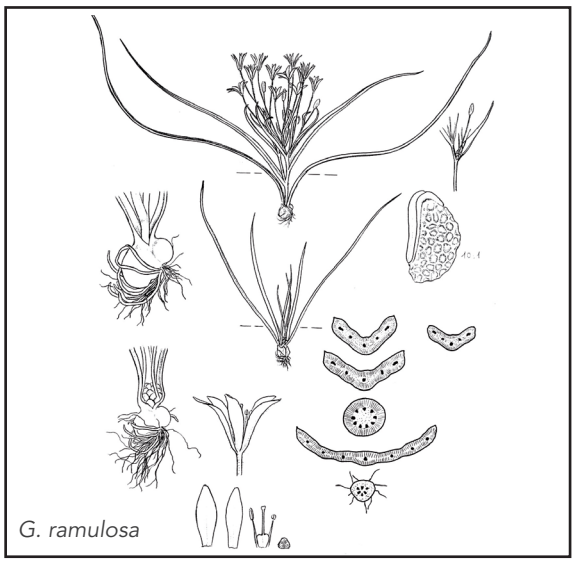


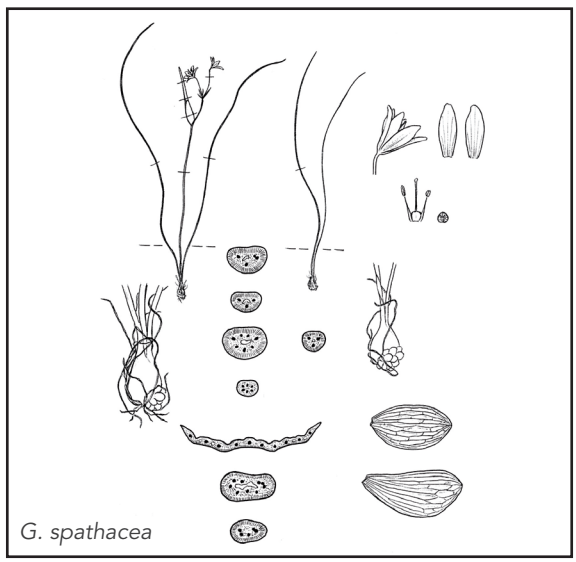
G. polidorii

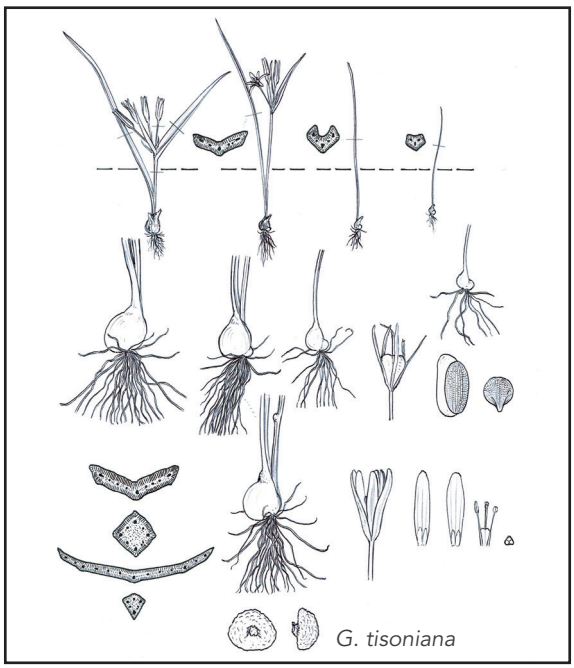

G. sicula

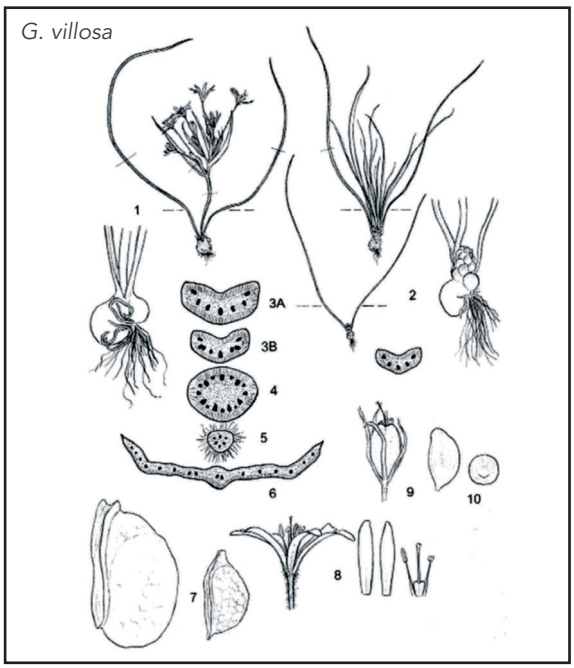

G. pratensis

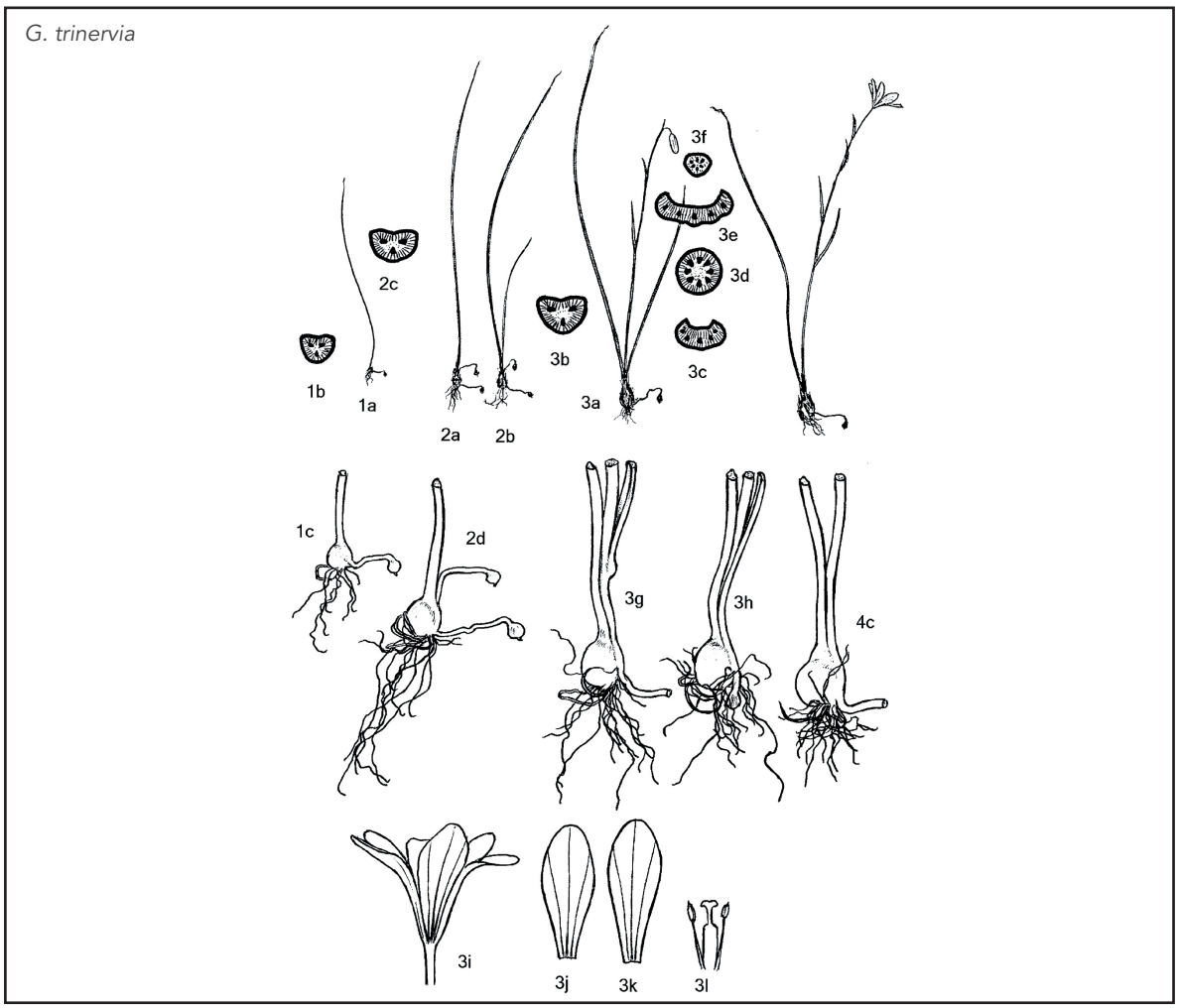

G. soleirolii


G. ramulosa


G. spathacea


G. tisoniana


G. villosa
1
2
3A
3B
4
5
6
7
8
9
10


G. trinervia
1b
1a
2c
2a
2b
3b
3a
3f
3e
3d
3c
1c
2d
3g
3h
4c
3i
3j
3k
3l

edagricole

Flora d'Italia - vol. 4

Clicca QUI per ACQUISTARE il libro ONLINE

Clicca QUI per scoprire tutti i LIBRI del catalogo EDAGRICOLE

Clicca QUI per avere maggiori INFORMAZIONI

edagricole
www.edagricole.it

gruppo tecniche nuove
www.tecnichenuove.it

Servizio clienti libri:
libri.edagricole@newbusinessmedia.it
Tel. 051.6575833