

Thymus villosus L. Sp. Pl. 592 (1753).

Perennial, woody chamaephyte; —; south-west Spain & Southern Portugal; —.

An Iberian endemic, which has one putative subspecies endemic to Portugal.

*Subspecies *lusitanicus* (Boiss.) Cout., Bol. Soc. Brot. 23: 87 (1907).

Central and southern areas; *Thymus villosus* (incl. *T. lusitanicus* Bss.) has been recorded on sandy and stony soils (pH 5-6), in the association *Erico-Quercetum lusitanicae* (Rothm.) Br.-Bl., P. Silva and Rozeira. The other characteristic species of the association being *Quercus lusitanica* Lam., *Carex oedipostyla* D. Jouv., *Serratula pinnatifida* Poir., *Daucus setifolius* Desf., *Leuzia longifolia* Hoffmanns. & Lk., *Euphorbia transtagana* Bss., and *Drosophyllum lusitanicum* L. Lk. (BRAUN-BLANQUET *et al.* 1964).

According to JALAS (1972), the species as a whole shows considerable polymorphism in the shape of its bracts and length of the corolla tube. He suggests that the endemic subspecies is but one node of variation within a continuously varying population. Further cytotaxonomic and autecological work is necessary before any final conclusions can be drawn.

Thymus capitellatus Hoffmanns. & Link, Fl. Port. 1: 125 (1809).

Perennial, woody chamaephyte; —; south, Alentejo, usually close to the sea; heathlands, and other sandy areas. A species of the association *Stauracantho-Coremetum* (Rothm.) Br.-Bl., P. Silva and Rozeira, in the alliance *Stauracantho-Coremenion*. The main associated species being *Corema album* (L.) D. Don., and *Stauracanthus genistoides* (Brot.) Samp. Less common in the association, but also characteristic of it, are *Leontodon taraxacoides* (Vill.) Merat, *Santolina rosmarinifolia* L., and *Helichrysum angustifolium* (Lam.) DC.

Usually this grouping follows behind the Ammophilion on the dunes. The sand is well aerated, occasionally slightly

saline and of approximately neutral pH (BRAUN-BLANQUET *et al.* 1964).

***Thymus camphoratus* Hoffmanns. & Link, Fl. Port. 1: 131 (1809).**

Perennial, woody chamaephyte; —; south, lower Alentejo near the coast, and Algarve; dry heathlands and other sandy places. A common species in the association *Junipero-Cistetum palhinhae* (Rothm.) Br.-Bl., P. Silva and Rozeira. This association contains *Cistus palhinhae* Ingram, *Armeria pungens* (Link) Hoffmanns. & Link., and *Teucrium polium* ssp. *vicentinum* Rouy. It is usually divided into two; sub association *typique*, which contains in addition *Juniperus phoenicea* L., and *Helychrysum angustifolium* (Lam.) D. C., and sub association *Ulicetosum erinacei*, having two different associate species, *Ulex argenteus* subsp. *erinaceus* (Webb) D. A. Webb, and *Astragalus massiliensis* (Miller) Lam. The soils are usually alkaline (pH 7-8.5), and overly rock platforms, or are contained in wide crevices between rocks, especially in the area of Cabo S. Vicente and Sagres.

T. camphoratus and *T. capitellatus* are morphologically rather similar (JALAS *l. c.*); however the available published information shows that their ecology is quite different. How close they are genetically is not known.

***Thymus carnosus* Boiss. Voy. Bot. Midi Esp. 2: 490 (1841).**

Perennial, woody chamaephyte; —; south, Alentejo and Algarve; maritime sands.

No other information available.

These endemic *Thymus* species are not well known scientifically. Biosystematic work on plants such as these is not easy, due to the size of the flowers, and the slow growth of the plants. However, experimental garden and field studies would reveal how morphological patterns vary, and how they are related to habitat, if at all. Cytological studies are also difficult, due to the smallness and often high number of the chromosomes in *Thymus*. Chromosome counts of these

species would help to clarify their relationships. It is interesting that the only putative natural hybrids reported by COUTINHO (1939) are *T. camphoratus* × *T. mastichina* L., and *T. carnosus* × *T. mastichina* L. The chromosome number of this latter species is $2n = 56$ (BONNET 1967), which suggests that the other species may also have high numbers.

Lavandula stoechas L. Sp. Pl. 573 (1753).

Perennial, woody chamaephyte or nanophanerophyte; $2n = 30$ (GARCIA 1942); southern Europe; —.

Subdivided into six subspecies by GUINEA (1972), two of which are endemic to Portugal.

Subsp. *lusitanica* (Chaytor) Rozeira, Agron. Lusit. 24: 173 (1964).

Central and southern areas; dry sandy soils. An important component of the littoral alliance *Stauracantho-Coremion* (Rothm.) Br.-Bl. P. Silva & Rozeira, the subspecies occurs in the association *Stauracantho-Coremetum* sub-association *Helichrysetosum* in central Portugal (see p. 968 for details), and the *Cisteum bourgeani* Rothm. amend. The distinctive species of this association, which is characteristic of the south coast, are *Thymus tomentosus* Willd., *Euphorbia baetica* Boiss., *Centaurea aspera* L. subsp. *stenophylla* (Duf.) Wk., *Cistus bourgeanus* Coss., and *Armeria macrophylla* Boiss. et Reut. (BRAUN-BLANQUET *et al.* 1964).

Subsp. *luisieri* (Rozeira) Rozeira, Agron. Lusit. 24: 173 (1964).

Central and southern areas; dry schistose, loamy soils. Found in the alliance *Ulicino-Cistion* Br.-Bl., P. Silva & Rozeira (*l. c.*), from sea level to 200 m.a.s.l., and in the algarve sometimes up to 900 m.a.s.l. (Serra de Monchique, Fóia). This is a characteristic subspecies of the alliance and is much more widely distributed than subsp. *lusitanica*. It is recorded in eight of a total of nine associations, all of which are found on the plains and lower mountain slopes of Beira Baixa (to the south of Serra de Estrela).

SCROPHULARIACEAE

Verbascum litigiosum Samp., Lista Esp. Herb. Port. 108 (1913).

Biennial, hemicryophyte; —; southern and central areas; sandy places by the sea.

According to FERGUSON (1972), this species is like the widespread and polymorphic *V. thapsus* L. There is no other information on cytology or ecology.

Scrophularia grandiflora D.C., Cat. Pl. Horti. Monsp. 143 (1813).

Perennial, chamaephyte; west-central Spain and north-central Portugal; woods, walls, roadsides, and damp rocky places.

An Iberian endemic with two subspecies, one of which is confined to Portugal, the other to Spain.

Subsp. *grandiflora* $2n = 58$ (FERNANDES, QUEIRÓS & SANTOS 1977); central areas; woods, walls and roadsides.

Anarrhinum longipedicellatum R. Fernandes, Bol. Soc. Brot. sér. 2, 33: 14 (1959).

Biennial, chamaephyte; $2n = 18$ (FERNANDES, QUEIRÓS & SANTOS 1977); central areas, Beira Alta and Douro Litoral (Vale de Vouga); shady places and the banks of dry watercourses.

Very little is known about this recently described species, but it appears to have some affinities with the widespread *A. bellidifolium* L., with which it shares the same chromosome number and a similar karyotype.

Antirrhinum lopesianum Rothm., Feddes Repert. (Beih.) 136: 65 (1956).

Perennial, chamaephyte; —; north, Trás-os-Montes (Vimioso, Bragança); calcareous rock 1000-1400 m.a.s.l.

This species has been separated from *A. molle* L. which has the chromosome number $2n = 16$ (BAUR 1932). There is no record for the endemic.

***Antirrhinum majus* L., Sp. Pl. 617 (1753).**

Perennial, chamaephyte; $2n = 16$ (HEITZ 1927); south-west Europe, and east to Sicily; dry, open areas.

Subdivided into four subspecies (WEBB 1972), of which one is endemic to Portugal.

Subspecies *linkianum* (Boiss. & Reuter) Rothm., Feddes Repert. 54: 19 (1944). $2n = 16$ (FERNANDES, QUEIRÓS & SANTOS 1977), recorded as *A. linkianum* Boiss. & Reuter; west central areas; rocky places, walls, hedgerows, scrubland and cornfields. Recorded in the association *Meliceto-Cocci-feretum* Br.-Bl., P. Silva & Rozeira, which often occurs in degraded *Quercus faginea* Lam. areas now dominated by *Quercus coccifera* L. scrub. The association occupies calcareous soils (pH 6.5-8.5) at low altitudes (30-150 m.a.s.l.). Other characteristic species of the association are *Melica minuta* L., *Lonicera implexa* Ait., *Origanum virens* Hoffmanns. & Lk., *Bupleurum paniculatum* Brot., *Salvia sclareoides* Brot., & *Silene patula* Desf. (BRAUN-BLANQUET *et al.* 1956).

***Chaenorrrhinum serpyllifolium* (Lange) Lange in Willk. & Lange, Prodr. Fl. Hisp. 2: 578 (1870).**

Annual, therophyte; —; central Spain & south-west Portugal; ruderal.

An Iberian endemic, divided into two subspecies (R. FERNANDES 1972), one of which is endemic to Portugal.

Subsp. *lusitanicum* R. Fernandes, Bot. Jour. Linn. Soc. 64: 223 (1971).

South-west; calcareous sandstone by the sea.

No other information available.

Linaria ficvalhoana Rouy, Naturaliste (Paris) 5: 285 (1883).

Annual or biennial, therophyte or hemicryptophyte; —; south-west; maritime sands.

Linaria algarviana Chav., Monogr. Antirrh. 142 (1833).

Annual, therophyte; —; south-west (West Algarve); dry sandy places, heaths and vinyards.

Linaria lamarckii Rouy, Naturaliste (Paris) 5: 351 (1883).

Perennial, chamaephyte; $2n = 12$ (FERNANDES & QUEIRÓS 1971b); south, coasts of Estremadura, Alentejo, and Algarve; maritime sands only.

Linaria coutinhoi Valdes, Rev. Esp. Eur. *Linaria* 183 (1970).

Annual, therophyte; —; valley of the Rio Douro; —.

This species is similar to *L. diffusa* Hoffmanns. & Link, and occupying at least in part, the same geographical area (CHATER, VALDES & WEBB 1972).

Linaria ricardoi Coutinho, Bol. Soc. Brot. 2: 131 (1906).

Annual, therophyte; —; south, upper and lower Alentejo; cornfields, on calcareous soils.

The recent monograph on *Linaria* (VALDES 1970) has gone a considerable way toward clarifying the taxonomy and distribution of many species but a great deal has yet to be learnt about their cytology, and general ecology.

Digitalis purpurea L. Sp. Pl. 621 (1753).

Biennial or perennial, hemicryptophyte; $2n = 56$ (CARPIO 1957); west, south-west, and west-central Europe; woodlands, heaths, rocky places.

A very variable species subdivided into four subspecies, one of which is endemic to Portugal (HEYWOOD 1972).

Subspecies *heywoodi* P. & M. Silva, Agron. Lusit. 20: 239 (1959). $2n = 56$ (M. NORONHA-WAGNER 1959); south east, apparently restricted to around Reguengos de Monsaraz, alto Alentejo; granitic rocks, in crevices and fissures.

Veronica micrantha Hoffmanns. & Link, Fl. Port. 1: 286 (1813-1820).

Annual, therophyte; $2n = 16$ (FERNANDES, QUEIRÓS & SANTOS 1977); north, Trás-os-Montes, Douro, Minho, Beira and Ribatejo; damp and shady places in general. Little is known about this species.

DIPSACACEAE

Succisella carvalhoana (Mariz) Baksay, Ann. Hist. Nat. Mus. Hung. sér. 6: 174 (1955).

Perennial, chamaephyte; —; north west and central Portugal (Porto to Coimbra); wet places.

This species is not very well known, and needs further investigation.

CAMPANULACEAE

Campanula primulifolia Brot., Phyt. Lusit. 9 (1800).

Perennial, chamaephyte; $2n = 36$ (GADELLA 1964); southern areas, Minho, southern maritime Beira, Alentejo & Algarve, damp or shady places.

Campanula lusitanica L. ex Loefl., Iter. Hisp. 111 (1758).

Annual, therophyte; $2n = 18$ (FERNANDES 1962); Spain and Portugal; hedges, cornfields, pastures, shady places, sandy areas. Recorded by P. SILVA (1971) on sandy soils of granitic origin (pH 5-5.8), in vinyards of the region of Dão, upper Beira.

Subspecies *transtagana* (R. Fernandes) Fedorov, Bot. Jour. Linn. Soc. 67: 281 (1973). $2n = 20$ (FERNANDES 1962); south and south central areas, south of the river Tagus; on dry slopes, under hedges, and on the margins of streams and rivulets on clay soils. Originated from the type by tetrasomy (FERNANDES 1962).

Jasione lusitanica A.D.C., Monogr. Camp. 105 (1830).

Perennial, chamaephyte; —; north-west and central Portugal (Porto to Sintra); maritime sands.

Recorded on the stabilized dune areas in the association *Scrophulario-Vulpietum* Br.-Bl., Rozeira, and P. Silva. This association, just inland of the *Ammophiletum* where the sand is not leached and highly acid, has as its characteristic species *Vulpia alopecuroides* (Schousb.) Dumort., *Helichrysum angustifolium* (Lam.) D.C., *Corynephorus canescens* var. *maritima* Godr., *Seseli tortuosum* ssp. *ramosissimum* (Lk.) Alte, *Herniaria ciliolata* Melderis, *Cerastium diffusum* Pers., *Scrophularia frutescens* L., *Carex arenaria* L., *Euphorbia portlandica* L., and *Anthyllis dillenii* Schultes ex Loudon. Other common species are *Leontodon taraxacoides* ssp. *crassifolius* (Mariz) P. Silva, *Artemisia crithmifolia* L., *Crucianella maritima* L., *Malcolmia littorea* (L.) R. Br., and some *Ammophilla arenaria* (L.) (BRAUN-BLANQUET *et al.* 1972).

Jasione crispa (Pourret) Samp., Ann. Sci. Acad. Polyt. Porto 14: 161 (1921).

Perennial with stout woody stock, chamaephyte; $2n = 36$ (FAVARGER & KÜPFER 1968, KÜPFER (1969a & b), $2n = 48$ (KÜPFER 1971) both recorded as *J. humilis* (Pers.) Lois.; south-west Europe; mountain rocks and screes.

Divided into ten subspecies, one endemic to Portugal.

Subspecies *serpentinica* P. Silva, Agron. Lusit. 30: 225 (1970). —; north-east; ultra-basic and serpentine rocks.

Recorded by P. SILVA (1968) in the Bragança region, most often in the association *Armerio-Arenarietum Fontquerii* n. nom., on stony calcareous soils (pH 6.5-7.3) between

690 and 870 m.a.s.l., with *Plantago radicata* Hoffmanns. & Lk. var. *radicata*, *Dianthus marizii* (Samp.) Samp., *Arenaria tetraquetra* L. ssp. *Fontiqueri* P. Silva, *Alyssum serpyllifolium* Desf. subsp. *lusitanicum* Dudley & P. Silva, *Seseli peixotianum* Samp., and *Armeria eriophylla* Willk. The subspecies has also been recorded in the association *Cisto-Genistetum Hysteris* n. nom. var. *serpentinicum* on slightly acidic serpentine rocks (pH 5.7-6.3) with *Cistus ladanifer* L., *Genista hystrix* Lge. var. *villosa* Lge., *Lavandula stoechas* L. ssp. *Sampaiana* Roz., and the *Plantago* and *Alyssum* mentioned above.

No chromosome count has yet been published for the endemic subspecies. Considering those quoted above, this would be interesting.

COMPOSITAE

***Dittrichia viscosa* (L.) W. Greuter, Exsicc. Genev. 4: 71 (1973).**

Perennial, chamaephyte; $2n=18$ (FERNANDES & QUEIRÓS 1971a, $2n = 34$ KLIPHUIS & MENNEGA 1966), as *Inula viscosa* (L.) Ait.; southern Europe; dry and arid places, heaths and pine woods.

Two subspecies, one endemic to Portugal.

Subspecies *revoluta* (Hoffmanns. & Lk.) P. Silva & Tutin, Bot. Jour. Linn. Soc. 67: 282 (1973). South-western areas; dry hills, margins of fields and roads.

***Tanacetum mucronulatum* (Hoffmanns. & Lk.) Heywood, Agron. Lusit. 20: 214 (1958).**

Perennial, chamaephyte; —; north-east, and east-central Portugal (Bragança, Covilhã, Fundão, Portalegre); open scrub and rocky places.

This species bears some resemblance to the widespread *T. corymbosum* (L.) Schulz Bip., but does not grow as tall (HEYWOOD 1976).

Leucanthemum lacustre (Brot.) Samp., Lista Esp. Herb. Port. 132 (1913).

Perennial, chamaephyte; —; west-central areas, Estremadura region; edges of ditches, rivers, marshes.

Part of the species complex of *L. vulgare* Lam. (HEYWOOD 1976), this complex is extremely variable both in its morphology and its cytology. Although the above species is included here, no firm conclusions can be drawn as to its geographical status until further work is carried out on the Iberian part of the complex.

***Senecio cespitosus** Brot., Fl. Lusit. 1: 390 (1804).

Perennial, hemicytophyte; —; Serra da Estrela (Maalhão, Covão das Vacas); grassy and rocky places. Not recorded by BRAUN-BLANQUET *et al* (1952).

Merged into the variable *S. pyrenaicus* L. by CHATER & WALTERS (1976). According to these authors, there is not a clear enough morphological difference between *S. caespitosus* and the putative ancestral stock to maintain either specific or sub-specific status. A careful cytotaxonomic study may refute the suggestion.

S. pyrenaicus L. was previously known as *S. tournefortii* Lap. Chromosome counts are given under this name as $2n = 20$ (FAVARGER & KUPFER 1968), and under *S. pyrenaicus* L. from Serra da Estrela & lower Beira as $2n = 40$ (QUEIRÓS 1978).

Senecio doronicum (L.) L. Syst. Nat. ed. 10, 2: 1215 (1759).

Perennial herb, hemicytophyte; $2n = 40, 80$ (FERNANDES & QUEIRÓS 1971a, AFZELIUS 1949); mountain areas, dry places, calcicole.

*Subspecies *lusitanicum* Cout. Fl. Port. 641 (1913).

Central areas (Serra de Montejunto).

The above subspecies has been placed in *S. lagascanus* D.C., by CHATER & WALTERS (1976). Further information is urgently needed on all aspects of the biology of the Portuguese endemic in order to clarify its status.

Cynara algarbiensis Cosson ex Mariz, Bol. Soc. Brot. 10: 236 (1893).

Perennial, hemicryptophyte; —; southern areas, lower Alentejo and Algarve; cultivated land, or open waste ground. Recorded as a companion species in the association *Arbuto-Cistetum populifolii* Br.-Bl., P. Silva & Rozeira assoc. nova. in three relevés between 460 and 700 m.a.s.l. in the Serra Monchique (BRAUN-BLANQUET *et al.* 1964). These sites were considered to have been originally under cultivation.

Leuzia longifolia Hoffmanns. & Lk., Fl. Port. 2: 217 (1825).

Perennial chamaephyte; $2n = 26$ (FERNANDES & QUEIRÓS 1971a) as *Centaurea longifolia* (Hoffmanns. & Lk.) P. Cout.; southern regions, Beira Litoral, Estremadura, Alentejo and Algarve; damp scrub. See *Thymus villosus* for ecology.

Centaurea fraylensis Schultz Bip. ex Nyman, Consp. 420 (1879).

Perennial, chamaephyte; —; south west areas, lower Alentejo and Cabo St. Vincente; —.

Centaurea rothmalerana (J. Arènes) Dostal, Bot. Jour. Linn. Soc. 71: 199 (1976).

Biennial, hemicryptophyte; —; north-central areas (Serra da Estrela); mountain pastures.

Bears some resemblance to *C. urgellensis* Sennen, which is endemic to the Pyrenees (DOSTAL 1976).

Centaurea aristata Hoffmanns. & Lk., Fl. Port. 2: 226 (1820-1828).

Biennial, hemicryptophyte; —; Portugal and north-west Spain. Split into four subspecies, two of which are endemic to Portugal (DOSTAL 1976).

Subspecies *exilis* (J. Arènes) Dostal, Bot. Jour. Linn. Soc. 71: 199 (1976). East-central regions (Monfortinho).

Subspecies *geresensis* (J. Arènes) Dostal, l. c. (1976).

Northern areas (Serra do Gerês); —; Recorded as an occasional in one rélevé, in the association *Ulicio-Ericetum Umbellatae* (as *C. paniculata* L. ssp. *geresensis*) (BRAUN-BLANQUET *et al.* 1964).

***Centaurea micrantha* Hoffmanns. & Lk. Fl. Port. 2: 220 (1820-1828).**

Biennial, hemicryptophyte; —; north-west Spain and north-central Portugal; —.

Divided into three subspecies (DOSTAL 1976), one of which is endemic to Portugal.

Subspecies *herminii* (Rouy) Dostal l. c. (1976).

North-central areas (Serra da Estrela); —.

The above four endemic taxa are all split from *C. paniculata* L. (DOSTAL 1976), the chromosome number of which is $2n = 18$ (FERNANDES & QUEIRÓS 1971a).

***Centaurea sphaerocephala* L. Sp. Pl. 916 (1753).**

Perennial, chamaephyte; $2n = 44$ (GUINOCHET & FOISSAC 1962); west mediterranean region and Portugal; sandy ground, mainly by the sea.

Three designated subspecies, one endemic to Portugal (DOSTAL l. c.).

Subspecies *lusitanica* (Boiss. et Reuter) Nyman, Consp. 432 (1879).

$2n = 22$ (FERNANDES & QUEIRÓS 1971a); central and southern areas; edges of fields and roads, yards and rubbish tips.

***Centaurea nigra* L., Sp. Pl. 911 (1753).**

Perennial, chamaephyte. $2n = 44$ (GADELLA & KLIPHUIS 1970); Europe eastwards to Sweden and central Italy; dry grasslands.

Three designated subspecies, one endemic to Portugal.

Subspecies *rivularis* (Brot.) Cout. Fl. Port. 655 (1913).

$2n = 22$ (FERNANDES & QUEIRÓS 1971a); north and central areas, Trás-os-Montes, Minho, Beiras, upper Alentejo; dry, grassy places. A species which shows a great deal of natural quantitative variation, and is difficult to classify unless a great many plants are studied both in the field and experimental garden.

All these endemic *Centaurea* taxa are in need of a scientific appraisal of all aspects of their biology.

Picris algarbiensis Franco, Bot. Jour. Linn. Soc. 71: 268 (1976).

Biennial or short-lived perennial, hemicryptophyte or chamaephyte; —; southern areas; woodland (on schistose soils under cork oak).

Little information appears to be available on this species, although it may have affinities with *P. comosa* (Boiss.) B. D. Jackson (SELL 1976).

Picris spinifera Franco, l. c. (1976).

Biennial, hemicryptophyte; —; central and east-central areas; dry waste ground.

Taraxacum duriense Van Soest, Agron. Lusit. 13: 67 (1951).

Perennial, hemicryptophyte; —; Douro Litoral, Beira Litoral, Estremadura; maritime sands, meadows, roadsides, waste ground. Little is known of this species except that it resembles *T. calocephalum* Handel-Mazzetti emend. Dahlstadt.

LILIACEAE

Asphodelus bento-rainhae P. Silva, Agron. Lusit. 18: 20 (1956).

Perennial, with sessile swollen roots, geophyte; $2n = 28$ (CASTRO, ex SILVA 1956); central areas (Serra da Garduinha); pastures and cultivated fields, on granitic soils.

Scilla beirana Samp., Bol. Soc. Brot. sér. 2, 7: 125 (1931).

Perennial, bulbous geophyte; $2n = 20$ (BARROS-NEVES 1973) as *Sc. ramburei* Boiss.; north east, Trás-os-Montes, upper Beira; —.

Hyacinthoides vicentina (Hoffm. & Lk.) Rothm., Feddes Repert. 53: 15 (1944).

Perennial, bulbous geophyte; —; south-western areas, Alentejo; woods and rocky places.

HEYWOOD (1980) considers that this species may probably be only varietally distinct from *H. italica* L. Rothm.; further ecological work is certainly needed as well as a careful taxonomic appraisal.

Bellevalia hackelii Freyn, Österr. Bot. Zeitschr. 27: 289 (1877).

Perennial, bulbous geophyte; —; southern areas; dry open habitats.

Allium schmitzii Cout., Bol. Soc. Brot. 13: 103 (1896).

Perennial, bulbous geophyte; $2n = 16$ (BARROS-NEVES 1973); eastern Portugal, Trás-os-Montes and upper Douro, lower Beira, and Alentejo; crevices in rocks, and river banks.

Allium pruinaum Link ex Sprengel, Syst. Veg. 2: 35 (1825).

Perennial, bulbous geophyte; $2n = 16$ (BARROS-NEVES 1973); central and southern areas, maritime Beira, Ribatejo, Estremadura, Alentejo, Algarve; pine-woods, scrub-lands and sandy heaths.

Narcissus fernandesi G. Pedro, Bol. Soc. Brot. sér. 2, 21: 60 (1947).

Perennial, bulbous geophyte; $2n = 14, 28$ (FERNANDES 1970); south-central areas (Monte da Adema, Pé de Galinha);

grassy margins of ditches, on compacted sandy soils liable to flooding.

Known from 2 populations in south-central Portugal. In most characters intermediate between *N. wilkommii* (Samp.) A. Fernandes, and *N. gaditanus* Boiss. & Reuter (WEBB 1980).

Narcissus calcicola Mendonça, Bol. Soc. Brot. sér. 2, 6: 318 (1930).

Perennial, bulbous geophyte; $2n = 14$ (FERNANDES 1939); west-central areas (Porto de Mós); crevices of limestone rocks at higher altitudes.

Narcissus scaberulus Henrique, Bol. Soc. Brot. 6: 45 (1888).

Perennial, bulbous geophyte; $2n = 14$ (FERNANDES 1939); north-central areas, Mondego valley; uncultivated and rocky places.

IRIDACEAE

Iris lusitanica Ker-Gawler, Bot. Mag. 18: 5. 679 (1803).

Perennial, bulbous geophyte; $2n = 34$ (SIMONET 1932); central areas, Trás-os-Montes, upper Douro, Beira, Ribatejo, Estremadura, and upper Alentejo; dry and stony hillsides.

According to WEBB & CHATER (1980), this species is a yellow flowered form similar to *I. xiphium* L.; however there appear to be enough differences to keep the two taxa distinct.

Crocus serotinus Salisb., Parad. Lond. 5: 30 (1806).

Perennial, bulbous geophyte; —; Spain and Portugal; pinewoods, scrub, and rocky grassland.

Three subspecies, one endemic to Portugal.

Subspecies *serotinus* $2n = 22, 23$ (BRIGHTON, MATHEW & MARCHANT 1973); central and southern areas.

Romulea ramiflora Ten., subspecies **gaditana** (G. Kunze) Marais, was recorded as occurring in Portugal, Spain, and Morocco by MARAIS (1975), but as occurring «in the west and southern parts of the Iberian peninsula», in Flora Europaea 5 (1980). The geographical status of this taxon is thus not clear.

JUNCACEAE

Juncus acutiflorus Ehrh. ex Hoffm., *Deutschl. Fl.* 125 (1791).

Perennial, herbaceous chamaephyte; $2n = 40$ (TIMM & CLAPHAM 1940); West, central, and southern Europe; wet meadows and marshes.

One subspecies endemic to Portugal, although SNOGERUP (1980) does not consider this worthy of the rank given to it.

*Subspecies *rugosus* (Stendel) Cout., *Fl. Port.* 118 (1913).

South-central and southern areas; wet meadows, marshes, and woods.

GRAMINEAE

Festuca brigantina (Markgraf Dannenb.) M.-D., *Bot. Jour. Linn. Soc.* 76: 328 (1978).

Perennial, herbaceous chamaephyte; —; north-east (Serra de Nogueira); serpentine rocks and soils.

Recorded by SILVA (1968) between 840 and 1070 m.a.s. l., in fissures in serpentine rocks (as *F. ovina* L. ssp. *brigantina* M. D.).

Festuca henriquesii Hackel, *Monogr.* 126 (1882).

Perennial, herbaceous chamaephyte; —; north-central areas (Serra da Estrela); grasslands.

Dactylis glomerata L. *Sp. Pl.* 71 (1753).

Perennial, herbaceous chamaephyte; $2n = 14, 28, 42$ (JONES, CARROLL & BORRILL 1961); Europe, Asia, N. Africa,

Macaronesia; woodlands, grasslands, dunes, cliffs, and alpine screes.

At least eleven subspecies, one endemic to Portugal.

Subspecies *lusitanica* Stebbins & Zohary, Univ. Calif. Pub. Bot. 31 (1): 9 (1969).

$2n = 14$ (FERNANDES & QUEIRÓS 1969); northern and central areas; pine and oak forests, up to 900 m.a.s.l.

This subspecies does not appear to have constant ecological requirements, and its full distribution is not yet known; it appears to be rare and local in its occurrence (STEBBINS 1961).

Avenula occidentalis (Gervais) J. Holub, Folio Geobot. Phytotax. (Praha) 11: 295 (1976).

Annual, therophyte; —; central and south-west Portugal; dry scrub, and pine-woods.

This endemic is divided into two subspecies.

Subspecies *occidentalis*.

$2n = 42$ (HOLUB 1980); central areas.

Subspecies *stenophylla* Franco, Bot. Jour. Linn. Soc. 76: 359 (1978).

Southern areas, Algarve; heathlands.

Avenula deliculata Franco, Bot. Jour. Linn. Soc. 76: 359 (1978).

Annual, therophyte; —; north-east (Miranda do Douro, Montalegre, Bragança); arid mountain areas.

Avenula hackellii (Henriq.) J. Holub, Folio Geobot. Phytotax. (Praha) 11: 295 (1976).

Perennial, herbaceous chamaephyte; —; Alentejo and Algarve; dry places.

There is little information available about any of the above three recently described species. The whole taxon is in need of further investigation. In Portugal this may give endemic status to *Avenula marginata* (Lowe) Holub. from

the north-east, and certainly clarify the relationships between the endemics already described.

Pseudarrhanatherum pallens (Link) J. Holub, *Taxon* 15: 167 (1966).

Perennial, herbaceous chamaephyte; $2n = 14$ (QUEIRÓS 1973a) as *Arrhenatherum longifolium* (Thore) Dulac; central areas; calcicole, dry grasslands.

Koeleria caudata (Link) Steudel, *Syn. Pl. Glum.* 1: 293 (1854).

Perennial, herbaceous chamaephyte; $2n = 14$ (FERNANDES & QUEIRÓS 1969); east-central areas, Trás-os-Montes, Minho, Beira; open woods and dry mountain grasslands.

Holcus setiglumis Boiss. & Reuter, *Diagn. Pl. Nov. Hisp.* 27 (1842).

Annual, therophyte; $2n = 14$ (QUEIRÓS 1973a); southern Europe; fields and other grassy places.

Two subspecies, one throughout the range, the other endemic to Portugal (TUTIN 1980a).

Subspecies *duriensis* P. Silva, *Agron. Lusit.* 18: 11 (1956).

$2n = 14$ (CASTRO, ex SILVA 1956); north-eastern areas, Trás-os-Montes, upper Douro and Beira.

Agrostis litigans Steudel, *Syn. Pl. Glum.* 1: 162 (1854).

Annual, therophyte; —; southern areas (Serra da Arrábida); dry soils.

A very rare species, which certainly needs investigating. It has been suggested that it is a variant of *A. tenerrima* Trin. (TUTIN 1980b).

ORCHIDACEAE

Ophrys speculum Link in Schrader, *Jour. für die Bot.* 1799 (2): 324 (1800).

Perennial, tuberous geophyte; $2n = 36$ (SHIMOYA 1956); Mediterranean region and central and southern Portugal, Beira to the Algarve; grassy places.

Two subspecies (Soó 1980), one endemic to Portugal, the other throughout the range of the species.

Subspecies *lusitanica* O. & A. Danesch, *Orchidée* 20: 21 (1969). West central areas (Coimbra).

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors interest was aroused in the endemic flora of Portugal during the summer of 1975 while he was in receipt of a Leverhulme Europaean Fellowship, tenable at the Institute of Botany, Coimbra. Preliminary work was commenced there, but the project then had to be held in abeyance until 1979. I would like to thank Professor Dr. ABÍLIO FERNANDES who first offered me the hospitality and facilities of the Institute, also Professor Dr. J. FIRMINO MESQUITA who confirmed my place there. I would like to record my appreciation of the assistance given by the senior librarian Mr. JOAQUIM P. TOMAZ.

BIBLIOGRAPHY

- AZFELIUS, K.
1949 On chromosome numbers in *Senecio* and some allied genera. *Acta Horti. Bergiani* 15: 65-77.
- BAKER, H. G.
1952 Cytotaxonomic studies in the *Plumbaginaceae*. *Heredity* 6: 279-280.
- BALL, P. W.
1968 *Seséli*, pp. 334-338, in *Flora Europaea* 2, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
1972 *Ajuga*, pp. 128-129, in *Flora Europaea* 3, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
- BALL, P. W. & DUDLEY, T. R.
1964 *Alyssum*, pp. 297-304, in *Flora Europaea* 1, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
- BARRETOS, R. R.
1958 Os carvalhais da Serra da Peneda, estudo fitosociológico. *Agron. Lusit.* 20: 83-176.

BAUR, E.

- 1932 Die Abstammung der Gartenrassen vom Löwenmaulchen (*Antirrhinum majus*). *Zuchter* 4: 57-61.

BERNIS, F.

- 1950 El género *Armeria* Willd. en Portugal. *Bol. Soc. Brot. Sér. 2.* 23: 225-263.
- 1953 Revision del Genero *Armeria* Willd. con especial referència a los grupos ibéricos. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles* 11: 5-287.
- 1954 Revisión del Genero *Armeria* Willd. con especial referencia a los grupos ibéricos. Parte segunda. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles* 12: 77-252.
- 1956 Revisión del Genero *Armeria* Willd. con especial referencia a los grupos ibéricos. Parte tercera. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles* 14: 259-432.

BLACKBURN, K. B. & MORTON, J. K.

- 1957 The incidence of polyploidy in the caryophyllaceae of Britain and of Portugal. *New Phytol.*, 56: 344-351.

BONNET, A. L. M.

- 1967 Contribution à l'étude caryologique du genre *Thymus* L. *V. Nat. Monspel. Sér. Bot.* 18: 193-200.

BRAUN-BLANQUET, J.; BRAUN-BLANQUET, G.; ROZEIRA, A. & PINTO DA SILVA, A. T.

- 1972 Résultats de trois excursions géobotaniques à travers de Portugal septentrional et moyen. IV. Esquisse sur la végétation dunale. *Agron. Lusit.* 33: 217-234.

BRAUN-BLANQUET, J.; PINTO DA SILVA, A. R. & ROZEIRA, A.

- 1956 Résultats de deux excursions géobotaniques à travers de Portugal septentrional et moyen. II. Chenaies a feuilles caduques (*Quercion occidentale*) et chenaies a feuilles persistantes (*Quercion fagineae*) au Portugal. *Agron. Lusit.* 18: 167-234.
- 1964 Résultats de trois excursions géobotaniques à travers de Portugal septentrional et moyen. III. Landes à Cistes et Ericacées (*Cisto-Lavanduleta* et *Calluno-Ulicetea*). *Agron. Lusit.* 23: 229-313.

BRAUN-BLANQUET, J.; PINTO DA SILVA, A. R.; ROZEIRA, A. & FONTES, F.

- 1952 Résultats de deux excursions géobotaniques à travers de Portugal septentrional et moyen. I. Une incursion dans la Serra de Estrela. *Agron. Lusit.* 14: 203-323.

BRIGHTON, C.; MATHEW, B. & MARCHANT, C. J.

- 1973 Chromosome counts in the genus *Crocus*. *Kew Bull.* 28: 451-464.

CARPIO, M. D. A.

- 1957 Estudios caryológicos en especies españolas del genero *Digitalis*. *Genetica Iberica* 9: 163-222.

CASTRO, D.

- 1941 Algumas contagens de cromosomas no genero *Ulex* L. (sens. lat.). *Agron. Lusit.* 3: 103-113.

- CHATER, A. O. & WALTERS, S. M.
 1964 *Silene* pp. 158-181, in *Flora Europaea* I, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
 1976 *Senecio* pp. 191-205, in *Flora Europaea* 4, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
- CHATER, A. O.; VALDES, B. & WEBB, D. A.
 1972 *Linaria* pp. 226-236 in *Flora Europaea* 3, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
- CHIARUGI, A.
 1928 Ricerche sui *Ionopsidium* Rchb. e *Bivonaea* D.C. con speciale riguardi agli endemismi di toscana e di Spagna. *Nuovo Giorn. Bot. Ital.* 34: 1452-1496.
- COUTINHO, A. X. P.
 1939 *Flora de Portugal* 2nd. Edn., Bertrand (Irmãos) Ltd., Lisboa.
- CZAPIK, R. & NOVOTNA, I.
 1969 Cytotaxonomical and genetic problems of the *Arabis hirsuta* L. Scop. complex II. *Acta Biol. Cracov Sér. Bot.* 12: 35-56.
- DARLINGTON, C. D.
 1930 Studies in *Prunus* III. *Jour. Genetics* 22: 65-90.
- DONADILLO, P.
 1967 Étude caryologique du genre *Armeria* Willd. *Comptes Rend. Acad. Sc. Paris*, 264: 813-816.
- DOSTAL, J.
 1976 *Centaurea* pp. 254-301, in *Flora Europaea* 4, Ed. T. G. Tutin et al. Cambridge University Press.
- DUDLEY, T. R.
 1967 A new Portuguese subspecies of *Alyssum serpyllifolium*. Desf. *Agron. Lusit.* 28: 71-78.
- ERBEN, M.
 1978 Die gattung *Limonium* im sudwest-mediterranean raum. *Mitt. Bot. Munchen*, 14: 361-631.
- FAVARGER, C.
 1946 Recherches caryologiques sur la sous-famille des Silenoidées. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 56: 365.
 1953 Notes de caryologie alpine II. *Bull. Soc. Neuchat. Sci. Nat.* 76: 133-169.
- FAVARGER, C. & KUPFER, P. H.
 1968 Contribution à la cytotaxonomie de la flore alpine des Pyrenées. *Collect. Bot.* 7: 325-352.
- FERGUSON, I. K.
 1972 *Verbascum*, pp. 205-216, in *Flora Europaea* 3, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
- FERNANDES, A.
 1939 Sur la caryo-systematique du groupe *Jonquilla* du genre *Narcissus*. *Bol. Soc. Brot. Sér. 2*, 13: 487-542.

- 1962 Sobre a caryologia de *Campanula lusitanica* L. ex Loefl. e *C. transtagana* R. Fernandes. *Bol. Soc. Brot. Sér. 2*, 36: 129-137.
- 1970 1967-1968 Contribution à la connaissance de la biosystematique de quelques especes du genre *Narcissus* L. *Portugaliae Acta Biol. Sér. B*, 9: 1-44.
- FERNANDES, A. & LEITÃO, M. T.
- 1971 Contribution à la connaissance cytotaxonomique des *Spermatophyta* du Portugal. III. *Caryophyllaceae*. *Bol. Soc. Brot. Sér. 2*, 45: 143-176.
- 1972 Contribution à la connaissance cytotaxonomique des *Spermatophyta* du Portugal. V. *Boraginaceae*. *Bol. Soc. Brot. Sér. 2*, 46: 389-405.
- FERNANDES, A. & QUEIRÓS, M.
- 1969 Contribution à la connaissance cytotaxonomique des *Spermatophyta* du Portugal. I. *Gramineae*. *Bol. Soc. Brot. Sér. 2*, 43: 20-140.
- 1971a Contribution à la connaissance cytotaxonomique des *Spermatophyta* du Portugal. II. *Compositae*. *Bol. Soc. Brot. Sér. 2*, 45: 5-122.
- 1971b Sur la caryologie de quelques plantes recoltées pendant la IIIième réunion de botanique peninsulaire. *Mem. Soc. Brot. 21*: 343-385.
- 1978 Contribution à la connaissance cytotaxonomique des *Spermatophyta* du Portugal. IV. *Leguminosae*. *Suppl. (3)*. *Bol. Soc. Brot. Sér. 2*, 52: 79-164.
- FERNANDES, A.; QUEIRÓS, M. & SANTOS, M. F.
- 1977 Contribution à la connaissance cytotaxonomique des *Spermatophyta* du Portugal. XV. *Scrophulariaceae*. *Bol. Soc. Brot. Sér. 2*, 51: 37-90.
- FERNANDES, A.; SANTOS, M. F. & QUEIRÓS, M.
- 1977 Contribution à la connaissance cytotaxonomique des *Spermatophyta* du Portugal. IV. *Leguminosae* (*Suppl. 2*). *Bol. Soc. Brot. Sér. 2*, 51: 137-186.
- FERNANDES, R.
- 1949 Notas Sobre a Flora de Portugal I (& cont.). *Bol. Soc. Brot. Sér. 2*, 23:
- 1972 *Chaenorhinum*. pp. 224-226, in *Flora Europaea* 3, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
- FRANCO, J. A.
- 1971 *Nova Flora de Portugal*. I. Soc. Astória, Lisboa.
- GADELLA, TH. W. J.
- 1964 Cytotaxonomic studies in the genus *Campanula*. *Wentia* 11: 1-104.
- GADELLA, TH. W. J. & KLIPHUIS, E.
- 1966 Chromosome numbers of flowering plants in the Netherlands II. *K. Akad. Wetenschap. Amst. Proc. Sér. C*, 69: 541-556.

- 1970 Cytotaxonomic investigations in some angiosperms collected in the valley of Aosta and in the national park 'Gran Paradiso'. *Caryologia* 23: 363-379.
- GADELLA, TH. W. J.; KLIPHUIS, E. & MENNEGA, E. A.
1966 Chromosome numbers of some flowering plants of Spain and S. France. *Acta Bot. Neerl.* 15: 484-489.
- GARCIA, J. G.
1942 Contribuição para o estudo cáriosystemático do genero *Lavandula* L. *Bol. Soc. Brot. Sér. 2*, 16: 183-193.
- GARDÉ, A. & MALHEIROS-GARDÉ
1953 Contribuição para o estudo cariológico de algumas espécies de angiospérmicas. I. *Genetica Iberica* 5: 115-124.
- GIBBS, P.
1972 *Echium*, pp. 97-100 in Flora Europaea 3. Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
- GUINEA, E.
1972 *Lavandula*, pp. 187-188, in Flora Europaea 3. Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
- GUINEA, E. & WEBB, D. A.
1968 *Ulex*, pp. 102-103, in Flora Europaea 2. Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
- GUINOCHET, M. & FOISSAC, J.
1962 Sur les caryotypes de quelques espèces du genre *Centaurea* L. et leur signification taxonomique. *Rev. Cytol. et Biol. Veget.* 25: 373-390.
- HARBERD, D. J.
1972 A contribution to the cytotaxonomy of *Brassica* (Cruciferae) and its allies. *Bot. Jour. Linn. Soc. (Lond.)* 65: 1-23.
- HETZ, E.
1927 Chromosome und Gestalt bei *Antirrhinum* und verwandten Gattungen. *Planta*, 4, 3: 392-410.
- HEYWOOD, V. H.
1964 *Diploaxis*, pp. 334-335, in Flora Europaea I, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
1972 *Digitalis*, pp. 239-241, in Flora Europaea 3, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
1976 *Tanacetum*, pp. 169-171, in Flora Europaea 4, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
1976 *Leucanthemum*, pp. 174-177, in Flora Europaea 4, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
1980 *Hyacinthoides*, pp. 43-44, in Flora Europaea 5, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
- HOLUB, J.
1980 *Avenula*, pp. 210-216, in Flora Europaea 5, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.

- JALAS, J.
1972 *Thymus*, pp. 172-182, in *Flora Europaea* 3, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
- JONES, B. M. G.
1964 *Arabis*, pp. 290-294, in *Flora Europaea* 1, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
- JONES, K.; CARROLL, C. P. & BORRILL, M.
1961 A chromosome atlas of the genus *Dactylis* L. *Cytologia* 26: 333-343.
- KUPFER, P. H.
1969a Recherches cytotaxonomiques sur la flore des montagnes de la peninsule Iberique. *Bull. Soc. Neuchateloise Sci. Nat.* 92: 31-48.
1969b In I. O. P. B. chromosome number reports XXII. *Taxon*. 18: 433-442.
1971 Liens génétiques entre les flores alpienne et pyrenéenne, pp. 162-185, de *Actes des Colloque sur la flore et la végétation des chaines Alpine et Jurassienne*. Paris.
- LEITÃO, M. T. & ALVES, M. C.
1976 Contribuição para o conhecimento cytotaxonomico das *Spermatophyta* de Portugal, XIV. *Cistaceae*. *Bol. Soc. Brot. Sér. 2*: 247-263.
- MALATO-BELIZ, J.
1950 Notas de Florística. I (and continuing). *Mem. Soc. Brot.* 6:
- MARAIS, W.
1975 *Romulea ramiflora* Ten. subspecies *gaditana* (G. Kunze). *Maraís. Kew Bull.* 30: 708.
1980 *Romulea*, pp. 99-100, in *Flora Europaea* 5, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
- NEVES, J. B.
1973 Contribution à la connaissance cytotaxonomique des *Spermatophyta* du Portugal, VIII. *Liliaceae*. *Bol. Soc. Brot. Sér. 2*: 157-212.
- PEDROTTI, F. & PEDROTTI, C. C.
1971 Numeri cromosomici per la flora Italiana. *Inf. Bot. Italiano* 3: 47-94.
- PHILLIPS, H. M.
1938 Karyology and the phyletic relationships of the *Plumbaginaceae*. *Chron. Bot.* 4: 385-386.
- PIGNATTI, S.
1971 In *Flora Europaea. Notulae systematicae* No. 11. Studie sui *Limonium*. *Bot. Jour. Linn. Soc.* 64: 361-370.
1972 *Limonium*, pp. 38-50, in *Flora Europaeae* 3. Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.

- PIQUERAS, F. J. & REJÓN, R. M.
1976 Estudios cariológicos sobre la flora Española, *Bol. Soc. Brot.* Sér. 2, 50: 5-10.
- PROCTOR, M. C. F.
1965 The distinguishing characteristics and geographical distribution of *Ulex minor* Roth. & *U. gallii* Planch. *Watsonia* 6: 177-187.
1968 *Tuberaria*, pp. 285-286, in *Flora Europaea* 2, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
- PROCTOR, M. C. F. & HEYWOOD, V. H.
1968 *Halimium*, pp. 284-285, in *Flora Europaea* 2, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
- PUECH, S.
1968 Étude biosystematique de quelques taxons de la bordure cevalnole calcaire de la region d'Anduze (Gard.) (I). *Naturalia Monspel.* Sér. Bot. 19: 115-166.
1978 Les *Teucrium* de la section *Polium* au Portugal. *Bol. Soc. Brot.* Sér. 2, 52: 37-50.
- QUEIRÓS, M.
1973a Contribuição para o conhecimento citotaxonómico das *Spermatophyta* de Portugal. I. *Gramineae*, Supl. 1. *Bol. Soc. Brot.* Sér. 2, 47: 77-103.
1973b Contribuição para o conhecimento citotaxonómico das *Spermatophyta* de Portugal. IX. *Cruciferae*. *Bol. Soc. Brot.* Sér. 2, 47: 315-335.
1978 Números cromossómicos para a flora Portuguesa 1-15. *Bol. Soc. Brot.* Sér. 2, 52: 69-77.
- SAMPAIO, G.
1946 *Flora Portuguesa*, Imprensa Moderna, Ltd.
- SELL, P. D.
1976 *Picris*, pp. 315-317, in *Flora Europaea* 4, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
- SHIMOYA, C.
1956 Nota sobre cariologia de algúmes orquídeas. *Anais da V reunião anual da Sociedade Botânica do Brasil*. Porto Alegre: 397-408.
- SILVA, A. R. PINTO DA (Ed.)
1939 De Flora Lusitânica commentarii. I. (and continuing). *Agron. Lusit.* 1:
- SILVA, A. R. PINTO DA
1964 *Halimium viscosum* (Willk.) P. Silva, stat. nov. in De Flora Lusitânica Commentarii. *Agron. Lusit.* 24: 165-168.
1968 A flora e a vegetação das áreas ultrabásicas do Nordeste transmontano. *Agron. Lusit.* 30: 175-364.
1971 A vegetação dos vinhedos Portugueses. O *Brassicetum barrelieri*. *Agron. Lusit.* 32, 1-4: 229-250.
1972 O género *Armeria* Willd. em Portugal. *An. Soc. Brot.* 38: 293-314.

- 1973 *Armeria*, pp. 30-38 in *Flora Europaea* 3, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
- SILVA, A. R. PINTO DA & ROZEIRA, A.
1964 *Tuberaria major* (Wk.) P. Silva & Roz. stat. nov., in *De Flora Lusitanica Commentarii, Agron. Lusit.* 24: 163-169.
- SILVA, A. R. PINTO DA & SOBRINHO, L. G.
1952 Flora vascular da Serra do Gerês. *Agron. Lusit.* 12: 233-280.
- SILVA, A. R. PINTO DA; ROZEIRA, A. & FONTES, F.
1952 Os carvalhais da Serra do Gerês. Esboço fitosociológico. *Agron. Lusit.* 12: 433-447.
- SIMONET, M.
1932 Recherches cytologiques et génétiques chez les Iris. *Bull. Biol. France et Belgique* 106: 255-444.
- SMITH, A. R. & TUTIN, T. G.
1968 *Euphorbia* pp. 213-226, in *Flora Europaea* 2, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
- SNOGERUP, SV.
1980 *Juncaceae* pp. 102-111, in *Flora Europaea* 5, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
- SOÓ DE R
1980 *Ophrys* pp. 344-349, in *Flora Europaea* 5, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
- STEBBINS, G. L.
1961 A diploid subspecies of the *Dactylis glomerata* complex from Portugal. *Agron. Lusit.* 14: 9-15.
- SUDA, Y.
1969 Karyotypes of some taxa in *Armeria*. *Sci. Rep. Tokohu. Univ. Sér. 4 (Biol)* 35: 21-31.
- SIGIURA, T.
1936 Studies on the chromosome numbers in higher plants, with special reference to cytokinesis I. *Cytologia* 7: 544-595.
1944 Studies in the chromosome numbers of higher plants VI. *Cytologia* 13: 352-359.
- TELLES, A. DO NASCIMENTO
1953 As erragens de Anafe dos arredores de Lisboa. *Agron Lusit.* 15: 259-313.
- TIMM, E. W. & CLAPHAM, A. R.
1940 Jointed rushes of the Oxford district. *New Phytol.* 39: 1-16.
- TITZ, W.
1976 Cytosystematic study on the Iberian taxa of the *Arabis hirsuta* group. *Feddes Repert.* 87: 493-502.
- TUTIN, T. G.
1964 *Ranunculus*, pp. 223-237, in *Flora Europaea* 1, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
1980a *Holcus*, pp. 230-231, in *Flora Europaea* 5, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.

- 1980b *Agrostis*, pp. 232-235, in *Flora Europaea* 5, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
- TUTIN, T. G. & WOOD, D.
1972 *Teucrium*, pp. 129-135, in *Flora Europaea* 3, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
- VALDES, B.
1970 Revisión de las especies Europeas de *Linaria* con semillas aladas. *Publ. Univ. Sevilla. An. Univ. Hispalense. Sér. Ciências*, 7: pp. 288.
- WAGNER, M. N.
1959 *Digitalis purpurea* L. ssp. *heywoodii* ssp. nova. In *De Flora Lusitana Commentarii. Agron. Lusit.* 20: 239-241.
- WEBB, D. A.
1964 *Sedum*, pp. 356-363, in *Flora Europaea* 1, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
1972 *Antirrhinum*, pp. 221-224, in *Flora Europaea* 3, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.
- WEBB, D. A. & CHATER, A. O.
1980 *Iris*, pp. 87-92, in *Flora Europaea* 5, Ed. T. G. Tutin et al., Cambridge University Press.

CHROMOSOME NUMBERS OF FUEGIAN ANGIOSPERMS *

D. M. MOORE

Department of Botany, University of Reading, England

ABSTRACT

Chromosome numbers are given for 117 of the 384 species of flowering plants native in Tierra del Fuego. 71 species have not previously been counted, including the first reported chromosome counts for the genera *Arjona*, *Bolax*, *Chiliophyllum*, *Donatia*, *Dysopsis*, *Eriachaenium*, *Huanaca*, *Lepidophyllum*, *Misodendrum*, *Nardophyllum*, *Phaiophleps*, *Philesia* and *Plagiobothrys*, as well as the family Misodendraceae. The list includes species at the highest levels of polyploidy yet recorded in 3 species, with perhaps, aneuploidy in another species. About 64 % of Fuegian angiosperms known cytologically are polyploid, thus being closely comparable to similar data from other southern cool temperate areas.

TIERRA del Fuego, the complex archipelago to the south of the Estrecho de Magallanes, is the most southerly area reached by a significant segment of a continental flora. Most of the 416 species of vascular plants (MOORE, 1974, unpub.) native in Tierra del Fuego have their affinities with temperate Argentina and Chile north to c. 40° S. lat. In addition, a significant and interesting proportion of the species belong to elements showing links across the tropics with cool temperate areas of the Northern Hemisphere and, via the circum-Antarctic islands, with the New Zealand region. Any understanding of the underlying causes of these affinities depends, among other things, upon a sound modern

* Dedicated to Professor Dr. ABÍLIO FERNANDES, distinguished student of plant chromosomes.

taxonomic basis. Whilst some of the groups present in Tierra del Fuego have been the subject of biosystematic and chemotaxonomic studies, much of our knowledge of the flora is at the level of «alpha-taxonomy», based largely on exomorphology. Cytological data are essential for understanding the evolution and relationships of closely related groups of plants, and information on chromosome numbers constitutes a first step in this direction. For this reason such information, related to taxonomic studies of plant groups or floristic studies of regions, is important. In the Southern Cool Temperate Zone the New Zealand region is to some extent covered by the surveys of RATTENBURY (1957), HAIR (1963), 1967*a, b*, 1968, 1970), HAIR and BEUZENBERG (1958, 1959, 1960, 1966, 1968), BEUZENBERG and HAIR (1959, 1963), GROVES and HAIR (1971), HAIR, BEUZENBERG and PEARSON (1967), BEUZENBERG (1970), and MOORE (1960); the South American sector, however, has received much less attention (e. g. RAHN, 1960; MOORE, 1967). For this reason it seems useful to put on record data on chromosome numbers which have been collected so far as part of a continuing study of the flora of Tierra del Fuego, botanically one of the most interesting cool temperate areas of the western hemisphere.

METHODS AND RESULTS

The material used consisted of buds collected in the field, or either buds or root-tips taken from plants cultivated at Reading from field collections of seeds or, rarely, living plants. Material was fixed in one of the modifications of Carnoy's solution and subsequently stored in 70% ethanol at -5°C . Meiotic configurations were examined in anther-squashes and mitosis was observed in squashes of root-tips pretreated with paradichlorobenzene; all preparations were stained with aceto-orcein. Voucher herbarium specimens for all chromosome-counts are deposited in the herbarium of the University of Reading, as are permanent slides and photographs or drawings of the cytological preparations.

Chromosome numbers have been determined on Fuegian material for 117 of the 384 species of flowering plants native in Tierra del Fuego; these are documented in Table I. The nomenclature used throughout is that adopted by MOORE (1974, unpub.); the sequence of families and genera being that of the forthcoming «Flora of Tierra del Fuego» (MOORE, unpub.), while the species within genera are in alphabetical order.

COMMENTS

Chromosome numbers are available for *c.* 42% of the Fuegian angiosperm species, of which *c.* 30% have been determined from material originating in Tierra del Fuego (Table I), the remainder being derived from material from the Falkland Islands or the area immediately north of the Estrecho de Magallanes (MOORE, 1967). On these data about 64% of the Fuegian angiosperm species appear to be polyploid. There is thus a remarkably close agreement with 63% polyploidy in the Falkland Islands flora (MOORE, 1967), 63% in the New Zealand flora (HAIR, 1966) and *c.* 62% in the flora of the sub-Antarctic Macquarie Island (MOORE, 1960).

Genera not previously counted

As far as I am aware, chromosome numbers for 13 genera are reported here for the first time: *Arjona*, *Bolax*, *Chilio-phyllum*, *Donatia*, *Dysopsis*, *Eriachaenium*, *Huanaca*, *Lepidophyllum*, *Misodendrum*, *Nardophyllum*, *Phaiophleps*, *Philesia* and *Plagiobothrys*. The first count for the mistletoe-like family Misodendraceae suggests it has a basic chromosome number of $x = 6$, in contrast to the related hemiparasitic Loranthaceae, in which $n = 8$ is the lowest number (e. g. WIENS, 1964). The Fuegian endemic species of *Chiliophyllum* has the same chromosome number ($n = 27$) as *Chiliotrichum*, probably its closest relative, and *Nardophyllum*, all according with the commonest basic number ($x = 9$; SOLBRIG *et al.*, 1964) known in the Compositae-Astereae, to which they belong. *Lepidophyllum* ($n = 20$), which is also included in

the same tribe may be based on $x = 5$ or 10 (SOLBRIG *et al.*, 1964; GRAU, 1977) which occur in some members of the Astereae. In the Umbelliferae, *Bolax* is a tetraploid based on $x = 8$, like some species of the related genus *Azorella*, while *Huanaca* is the second genus, after *Laretia*, in the tribe Mulineae to have a basic number of $x = 9$ (MOORE, 1971). Of the other genera *Donatia* ($n = 24$) contrasts with the few other members of the Stylidiaceae for which data are available, all having $n = 15$ (e. g. HAIR and BEUZENBERG, 1959), while *Philesia* ($n = 6$) differs chromosomally from another genus *Luxuriaga* ($n = 10$), with which it is sometimes included in the segregate family Philesiaceae (MOORE, 1967). *Plagiobothrys* ($n = 34$) is apparently based on $x = 17$, not hitherto reported for the Boraginaceae and *Arjona* ($n = 14$) is presumably based on $x = 7$, reported once in the Santalaceae, for a species of *Thesium* (BAKSAY, 1961). *Dysopsis* ($n = 14$) has a number which is rather widespread in the Euphorbiaceae and, similarly, that of *Phaiophleps* ($n = 9$) is common in related genera of the Iridaceae.

Species not previously counted

In addition to those considered above a further 58 of the species whose chromosome numbers are documented in Table I have not been counted previously. The majority of these merit no further discussion here since they have chromosome numbers which are either well-known in the genera, e. g. *Astragalus* (GOMEZ-SOSA, 1979), *Ribes* (ZIELINSKI, 1953), *Lagenophora* (ARANO, 1965), *Jaborosa* (RATERA, 1944) and *Alstroemeria* (FEDEROV, 1969), or accord with the basic numbers that can be deduced for the genera from previous data. Thus, for example, *Samolus spathulatus* ($n = 39$) is the first hexaploid reported for the genus, in which the basic number appears to be $x = 13$ (FEDEROV, 1969).

A few species are, however, worthy of comment. *Perezia magellanica*, with $n = 19$, provides a new basic number in the genus, for which $n = 4, 8, 12$ and 27 have previously been reported (VUILLEUMIER, 1969). *Cardamine geraniifolia* ($2n = 144$) shows the highest level of polyploidy ($18x$)

accurately determined for the genus, although BORGMANN (1964) reported a diploid number of *c.* 150 for an undetermined species from New Guinea. MOORE (1967) gave an approximate count of $2n = c.$ 200-220 for Falkland Islands material of *Cotula scariosa*; this is now shown to have been very imprecise since good preparations from Fuegian collections show the species to be 20-ploid based on $x = 13$, which is characteristic for subgenus *Leptinella* (HAIR, 1962). As pointed out by MOORE (1973), the previous report of $2n = c.$ 20 for *Drapetes muscosus* (MOORE, 1967) from the Falkland Islands must be corrected; the species clearly has $2n = 18$ in Fuegia, thus according with the basic number ($x = 9$) prevalent in the Thymelaeaceae.

Species previously counted

The chromosome numbers of 46 species documented in this paper have been counted previously and all the earlier records are confirmed here. Eleven of these species are temperate bipolar disjuncts and this study confirms the chromosomal similarity between Northern and Southern Hemisphere populations of *Anemone multifida*, *Armeria maritima*, *Carex magellanica*, *C. microglochin*, *Galium aparine*, *Hippuris vulgaris*, *Koenigia islandica*, *Microsteris gracilis*, *Phleum alpinum*, *Plantago maritima*, *Polemonium micranthum* and *Triglochin palustris*. Interestingly, while counts of $2n = 22, 44, 66$ and 88 are available for Northern Hemisphere material of *Galium aparine* (FEDEROV, 1969), only the hexaploid has so far been encountered in Tierra del Fuego.

Intraspecific chromosomal variation

Four species show intraspecific variation in chromosome number. Whilst most species of *Leucheria* for which there are data have $n = 20$ (CRISCI, 1976), *L. hahnii* shows an euploid variation with both 19 and 20 occurring as haploid numbers. This sort of variation may explain the report of $n = 19$ or 20 for *L. achillaeifolia* by CRISCI (1974). Two species of *Senecio* show euploid variation. *S. acanthifolius*, a distinctive and not particularly variable species, is normally

tetraploid ($n = 20$) but in one locality the octoploid was also present. *S. tricuspoidatus* is a conspicuously variable species within which tetraploid, octoploid and 16-ploid populations have been found in Tierra del Fuego; so far no correlation has been detected between the variation in chromosome number and that in morphology or habitat or geographical factors. *Acaena magellanica* is the only member of the genus to show intraspecific variation in chromosome number. As noted by MOORE (1972), *A. magellanica* is «diploid» ($2n = 42$) on the sub-Antarctic islands and in the climatically similar regions of easternmost Tierra del Fuego, while «tetraploids» ($2n = 84$) are found in the forested regions of Fuegia, S. Chile and the Falkland Islands, which floristically belong to the deciduous forest areas along the Andes, and may perhaps chart the migration from open to more closed vegetation-types.

ACKNOWLEDGEMENTS

I am greatly indebted to Sra. R. N. PROSSER DE GOODALL, of Estancia Harberton, Tierra del Fuego, Argentina, who collected many of the buds and seeds from which these chromosome data have been derived. Grants from the Royal Society of London and the Natural Science Research Council supported the field and laboratory studies of the Fuegian flora of which the results provided here are a part; this support is gratefully acknowledged. Dr. B. MURRAY and Dr. A. ALDRIDGE made some of the preparations while employed as temporary assistants on the Fuegian project.

REFERENCES

- ARANO, H.
1965 The karyotypes and the speciations in subfamily Carduoideae (Compositae) of Japan, XVIII. *Jap. Journ. Bot.* 19: 31-67.
- BAKSAY, L.
1961 In A. LÖVE and D. LÖVE: Chromosome numbers of central and north west European plant species. *Opera Bot.* 5: 1-581.
- BEUZENBERG, E. J.
1970 Contributions to a chromosome atlas of the New Zealand flora — 14. *Uncinia* (Cyperaceae). *N. Z. Journ. Bot.* 8: 260-263.

- BEUZENBERG, E. J. and HAIR, J. B.
1959 Contributions to a chromosome atlas of the New Zealand flora — 3. Miscellaneous families. *N. Z. Journ. Sci.* 2: 531-538.
1963 Contributions to a chromosome atlas of the New Zealand flora — 5. Miscellaneous families. *N. Z. Journ. Bot.* 1: 53-67.
- BORGSMANN, E.
1964 Anteil der Polyploidien in der Flora des Bismarcksgebirges von Ostneuguinea. *Zeits. Bot.* 52: 118-172.
- CONSTANCE, L., CHUANG, T.-I. and BELL, C. R.
1971 Chromosome numbers in Umbelliferae. IV. *Amer. Journ. Bot.* 58: 577-587.
- CRISCI, J. V.
1974 A numerical-taxonomic study of the subtribe Nassauviinae (Compositae, Mutisieae). *Journ. Arn. Arb.* 55: 563-610.
1976 Revisión del género *Leucheria* (Compositae-Mutisieae). *Darwiniana* 20: 9-126.
- FEDEROV, A. (Ed.)
1969 *Chromosome Numbers of Flowering Plants*. Leningrad; Komarov Botanical Institute.
- GOMEZ-SOSA, E.
1979 Las especies sudamericanas del género *Astragalus* (Leguminosae). 1. Las especies patagónicas argentinas. *Darwiniana* 22: 313-376.
- GRAU, J.
1977 Astereae-systematic review. In: HEYWOOD, V. H.; HARBORNE, J. B. and TURNER, B. L. (Eds.). *The Biology and Chemistry of the Compositae* I. pp. 539-565. Academic Press, London.
- GROVES, B. E. and HAIR, J. B.
1971 Contributions to a chromosome atlas of the New Zealand flora — 15. Miscellaneous families. *N. Z. Journ. Bot.* 9: 569-575.
- HAIR, J. B.
1962 Basic chromosome numbers in *Cotula*. *Chrom. Inform. Serv.* 3: 41-42.
1963 Contributions to a chromosome atlas of the New Zealand flora — 6. Miscellaneous families. *N. Z. Journ. Bot.* 1: 243-257.
1966 Biosystematics of the New Zealand flora, 1945-1964. *N. Z. Journ. Bot.* 4: 559-595.
1967a Contributions to a chromosome atlas of the New Zealand flora — 8. *Luzula* (Juncaceae). *N. Z. Journ. Bot.* 5: 17-21.
1967b Contributions to a chromosome atlas of the New Zealand flora — 10. *Hebe* (Scrophulariaceae). *N. Z. Journ. Bot.* 5: 322-352.
1968 Contributions to a chromosome atlas of the New Zealand flora — 12. *Poa* (Gramineae). *N. Z. Journ. Bot.* 6: 267-276.



- 1970 Contributions to a chromosome atlas of the New Zealand flora — 13. *Parahebe* and *Pygmea* (Scrophulariaceae). *N. Z. Journ. Bot.* 8: 255-259.
- HAIR, J. B. and BEUZENBURG, E. J.
- 1958 Contributions to a chromosome atlas of the New Zealand flora — 1. *N. Z. Journ. Sci.* 1: 617-628.
- 1959 Contributions to a chromosome atlas of the New Zealand flora — 2. Miscellaneous families. *N. Z. Journ. Sci.* 2: 148-156.
- 1960 Contributions to a chromosome atlas of the New Zealand flora — 4. Miscellaneous families. *N. Z. Journ. Sci.* 3: 432-440.
- 1966 Contributions to a chromosome atlas of the New Zealand flora — 7. Miscellaneous families. *N. Z. Journ. Bot.* 4: 255-266.
- 1968 Contributions to a chromosome atlas of the New Zealand flora — 11. Miscellaneous families. *N. Z. Journ. Bot.* 6: 19-24.
- HAIR, J. B., BEUZENBERG, E. J. and PEARSON, B.
- 1967 Contributions to a chromosome atlas of the New Zealand flora — 9. Miscellaneous families. *N. Z. Journ. Bot.* 5: 185-196.
- HUNZIKER, J. H.
- 1966 Diferenciación cromosómica en el complejo hexaploide *Agropyron scabriglume*. *Kurtziana* 2: 127-149.
- MOORE, D. M.
- 1960 Chromosome numbers of flowering plants from Macquarie Island. *Bot. Not.* 113: 185-191.
- 1967 Chromosome numbers of Falkland Islands angiosperms. *Brit. Antarct. Surv. Bull.* 14: 69-82.
- 1971 Chromosome studies in the Umbelliferae. In: HEYWOOD, V. H. (Ed.). *The Biology and Chemistry of the Umbelliferae* pp. 233-255. Academic Press, London.
- 1972 Connections between cool temperate floras, with particular reference to southern South America. In: VALENTINE, D. H. (Ed.) *Taxonomy, Phytogeography and Evolution* pp. 115-138. Academic Press, London.
- 1973 Additions and amendments to the vascular flora of the Falkland Islands. *Brit. Antarct. Surv. Bull.* 32: 85-88.
- 1974 Catálogo de las plantas vasculares nativas de Tierra del Fuego. *Anal. Inst. Patag. Punta Arenas (Chile)* 5: 105-121.
- RAHN, K.
- 1960 Chromosome numbers in some South American angiosperms. *Bot. Tidsskr.* 56: 117-127.
- RATERA, E. L.
- 1944 Número de cromosomas de algunas Solanáceas Argentinas. *Bol. Inst. Genet. Fac. Agron. Vet. Bs. Aires* 2 (9): 105-110.
- RATTENBURY, G. G.
- 1957 Chromosome numbers in New Zealand angiosperms. *Trans. Roy. Soc. N. Z.* 84: 936-938.

SOLBRIG, O. T.; ANDERSON, L. C.; KHYOS, D. W.; RAVEN, P. H. and RÜDENBERG, L.

1964 Chromosome numbers in Compositae. V. Astereae II. *Amer. Journ. Bot.* 51: 513-519.

VUILLEUMIER, B. S.

1969 The systematics and evolution of *Perezia* sect. *Perezia* (Compositae). *Contr. Gray Herb.* 199: 1-163.

WIENS, D.

1964 Chromosome numbers in North American *Loranthaceae*: (*Arceuthobium*, *Phoradendron*, *Psittacanthus*, *Struthanthus*). *Amer. Journ. Bot.* 51: 1-7.

ZIELINSKI, Q. B.

1953 Chromosome numbers and meiotic studies in *Ribes*. *Bot. Gaz.* 114: 265-274.

TABLE I
Documented chromosome numbers of Fuegian angiosperms

Species	n	2n	Locality †	Collector + and number
<p>Berberidaceae</p> <p><i>Berberis buxifolia</i> Lam.</p> <p><i>tilicifolia</i> L. f.</p>	14 14		A: Isla Grande; Ea Harberton, Peninsula A: Isla Grande; Ea Harberton	G 853 G 3886
<p>Ranunculaceae</p> <p><i>Caltha sagittata</i> Cav.</p> <p><i>Ranunculus fuegianus</i> Speg.</p> <p><i>minutiflorus</i> Bert. ex Phil.</p> <p><i>peduncularis</i> Sm.</p>	24 24 16 16	32	A: Isla Grande; Ea Harberton, near lake A: Isla Grande; Ea José Menendez, Arroyo Guanaco A: Isla Grande; Ea Harberton, Campo Afuera A: Isla Grande; Ea Cullen, Río Alfa	G 1803 M 2527 G 1029 M 2601
<p><i>Anemone multifida</i> Poirét</p>	16	32	C: Prov. Magallanes; Ea Cerro Guido	M 1009
<p>Fagaceae</p> <p><i>Nothofagus pumilio</i> (Poeppig & Endl.) Krasser</p>		32	C: Isla Grande; Ea Cameron, Torcido Chico	M 1065
<p>Caryophyllaceae</p> <p><i>Silene magellanica</i> (Desr.) Bocquet</p>		26	A: Isla Grande; Ea Cullen, Arroyo Beta	G 3242
<p>Chenopodiaceae</p> <p><i>Chenopodium antarcticum</i> (Hooker f.) Bentham & Hooker</p>	12		A: Isla Grande; Ea Punta Segunda	M s. n.
<p><i>Suaeda argentinensis</i> Soriano <i>patagonica</i> Speg.</p>	8 9 18 18	16	A: Isla Grande; Ea Cullen, Río Alfa C: Isla Grande; Porvenir, 10 km S. A: Isla Grande; Las Violetas; Cabo Domingo A: Isla Grande; Ea Cullen, Campo Playa C: Isla Grande; Ea Río Hondo, Río Marazzi A: Isla Grande; Ea Cullen, Campo Playa	M 2592 M & G 55 M 2508 G 1894 M 2409 G 1895
<p>Portulacaceae</p> <p><i>Calandrinia fuegiana</i> Gandoger</p>		24	A: Isla Grande; Ea San José; Río Rasmussen	M 2537

Polygonaceae
Koenigia islandica V.

28 C: Isla Grande; Río Azopardo, 2 km from mouth

M 2295

Catalandrinia fuegiana Gandoger	24	28	24	M 2537
Polygonaceae				
<i>Koenigia islandica</i> L.				
<i>Rumex magellanicus</i> Campd.	50	28	A: Isla Grande; Ea San José; Río Rasmussen C: Isla Grande; Río Azopardo, 2 km from mouth A: Isla Grande; Bahía Thetis	M 2295 G 2370
Plumbaginaceae				
<i>Armeria maritima</i> L. ssp. <i>andina</i> (Poeppig ex Boiss.) D. M. Moore & Yates	9		A: Isla Grande; Ea Harberton, head of bay	G 1039
Cruciferae				
<i>Sisymbrium magellanicum</i> (Pers.) Hooker f.	9		A: Isla Grande; Ea Harberton, Campo Cutalataca	G 991
<i>Cardamine geraniifolia</i> (Poirot) DC.	72		C: Isla Grande; Puerto Yartou, sawmill	M 2451
<i>glacialis</i>	36		A: Isla Grande; Lago Fagnano, Fabrica Kami	M 2630
	36		A: Isla Grande; Ea Harberton, near lake	G 1806
	36	72	C: Isla Grande; Caleta Josefina to Río Chico	M 2419
<i>Lepidium pseudodidymus</i> Thellung		16	C: Isla Capitan Aracena; Bahía Morris	M 2771
			C: Isla Grande; Punta Catalina, Cuarto Chorillo	M 2343
Primulaceae				
<i>Primula magellanica</i> Lehm.	39	72	C: Isla Grande; Ea Cameron, Torcido Chico	M 1077
<i>Samolus spathulatus</i> (Cav.) Duby			C: Isla Grande; S. of Porvenir, Lago Barrosa	G & L 66
Rosaceae				
<i>Geum magellanicum</i> Comm. ex Pers.	42		A: Isla Grande; Bahía Thetis	G 2356
	42		C: Isla Grande; Puerto Yartou, sawmill	M 2449
	28		A: Isla Grande; Montes Martiales	G 2794
<i>parviflorum</i> Comm. ex Sm.		42	C: Isla Grande; Río Azopardo	M 2301
<i>Acaena antarctica</i> Hooker f.	21		A: Isla Grande; Bahía Thetis	G 2283
<i>magellanica</i> (Lam.) Vahl	42		A: Isla Grande; Ea Harberton,	G 1844
		42	C: Isla Grande; Punta Catalina, Cuarto Chorillo	M 2345
Saxifragaceae				
<i>Ribes magellanicum</i> Poirot	8		A: Isla Grande; Ea Harberton, Peninsula	G 845
Leguminosae				
<i>Astragalus palenae</i> (Phil.) Reiche	13	26	A: Isla Grande; Ea Los Flamencos, Laguna Miranda	G 2512
			A: Isla Grande; Ea Las Violetas, Cabo Domingo	M 1497

TABLE I

(Continuation)

Species	n	2n	Locality †	Collector + and number
<i>Vicia bijuga</i> Gillies ex Hooker & Arn.		14	C: Isla Grande; Punta Catalina	M 2387
		14	A: Isla Grande; Ea San Martin, Bahía San Sebastian	M & G 389
		14	A: Isla Grande; Ea San Martin, Bahía San Sebastian	G 4290
		14	A: Isla Grande; Río Grande, Punta Popper	G 3295
		14(21)	A: Isla Grande; Ea San Julio, Cerro Hongo	M 2557
<i>Vicia magellanica</i> Hooker f.		28	C: Isla Grande; Ea Vicuña, near settlement	M s. n.
		28	A: Isla Grande; Ea Cullen, Arroyobeta	G 4318
<i>Lathyrus magellanicus</i> Lam.		28	A: Isla Grande; Ea San Martin, Bahía San Sebastian	M & G 382
	14	28	A: Isla Grande; Ea Harberton, 1st West Creek	G 2659
		28	A: Isla Grande; Ea Harberton, Isla Uru Waru	G 3580
		14	C: Isla Grande; Punta Espora	M 2362
		14	A: Isla Grande; Ea José Menendez, Punta Maria	G 1771
Hippuridaceae				
<i>Hippuris vulgaris</i> L.	7		A: Isla Grande; Ea San Martin, Bahía San Sebastian	G 2580
Thymelaeaceae				
<i>Drapetes muscosus</i> Banks ex Lam.		32	A: Isla Grande; Ea Harberton, Harberton swamp	G 83
Onagraceae				
<i>Fuchsia magellanica</i> Lam.		9	A: Isla Grande; Ea Moat, Laguna Moat	G 886
<i>Epilobium australe</i> Poepp. & Hausskn. ex Hausskn.		18	C: Isla Grande; Caleta Josefina to Río Chico	M 2422
Proteaceae				
<i>Embothrium coccineum</i> Forster & Forster f.	18		A: Isla Grande; Ea Harberton, Peninsula	G 2719
Santalaceae				
<i>Arjona patagonica</i> Hombrom & Jacq.	11		A: Isla Grande; Ea Harberton, mte Spion Kop	M 2803
			A: Isla Grande; Ea Harberton, Peninsula	G 850
	14		A: Isla Grande; Ea Los Flamencos, Laguna Miranda	G 2525
	14		C: Isla Grande; Punta Espora	M 2365

Misodendraceae								
<i>Miscodendrum punctulatum</i> Banks & Sol. ex Forster f.	12	A: Isla Grande; Ea Harberton, Peninsula					G	835
Euphorbiaceae								
<i>Dysoxia glychomoides</i> (A. Richard) Muller Arg.	28	C: Isla Grande; Caleta Josefina to Rio Chico					M	2421
Rhamnaceae								
<i>Discaria serratifolia</i> (Vent.) Bentham & Hooker	11	A: Isla Grande; Ea Harberton, Peninsula					G	899
	11	A: Isla Grande; Ea Harberton, Peninsula					G	2505
Umbelliferae								
<i>Azorella caespitosa</i> Cav.	16	C: Isla Grande; Porvenir to Caleta Josefina					M & G	47
							CONSTANCE <i>et al.</i> ,	
							1971	
<i>filamentosa</i> Lam.	16	A: Isla Grande; Ea Harberton					CONSTANCE <i>et al.</i> ,	
							1971	
<i>lycopodioides</i> Gaudich.	16	A: Isla Grande; Ea José Menendez					G	875
	16	A: Isla Grande; Ea Harberton, Campo Cutalataca					CONSTANCE <i>et al.</i> ,	
<i>selago</i> Hooker f.	16	A: Isla Grande; Ea Harberton					G	2785
	16	A: Isla Grande; Montes Martiales, below Glacier					CONSTANCE <i>et al.</i> ,	
							1971	
<i>trifurcata</i> (Gaertner) Hooker f.	16	A: Isla Grande; Ea Harberton					COSNTANCE <i>et al.</i> ,	
							1971	
<i>Bolax gummifera</i> (Lam.) Sprengel	16	A: Isla Grande; Ea Viamonte					G	2616
<i>Huanaca acaulis</i> Cav.	9	A: Isla Grande; Montes Martiales, below Glacier					G	2528
		A: Isla Grande; Ea Los Flamencos, Laguna Miranda					M	2363
<i>Osmorrhiza depauperata</i> Phil.	11	C: Isla Grande; Punta Espora					M	2426
	11	C: Isla Grande; Caleta Josefina, Aserr. Las Golondrinas					M	2629
<i>Daucus montanus</i> Humb. & Bonpl. ex Sprengel	33	A: Isla Grande; Lago Fagnano, Aserr. Las Lengas					M	2234
<i>Oreomyrrhis hookeri</i> Mathias & Const.		C: Isla Grande; Ea Cameron, Rio Mayo					G	309
<i>Apium australe</i> Thouars	11	A: Isla Grande; Ea Harberton, Peninsula					M	2773
		C: Isla Capitan Aracena; Bahia Morris						

TABLE I

(Continuation)

Species	n	2n	Locality †	Collector † and number
Gentianaceae				
<i>Gentianella magellanica</i> (Gaudich.) Fabris ex D. M. Moore	18		A: Isla Grande; Ea Harberton, Campo Tropicilla	M 1331
Solanaceae				
<i>Jaborosa magellanica</i> Griseb.	12		A: Isla Grande; Ea Cullen, Campo Playa	G 2538
	12		C: Isla Grande; Punta Catalina, W. side	M 2390
	24		A: Isla Grande; Ea Las Violetas, Cabo Domingo	M 1494
Polemoniaceae				
<i>Polemonium micranthum</i> Bentham	18		A: Isla Grande; Ea San Martin, Bahia San Sebastian	G 2582
	18		C: Isla Grande; Punta Espora	M 2358
<i>Microsteris gracilis</i> (Douglas ex Hooker) Greene	7		A: Isla Grande; Ea José Menendez, Punta Maria	G 195
Hydrophyllaceae				
<i>Phacelia magellanica</i> (Lam.) Coville	11		A: Isla Grande; Ea Los Flamencos, Laguna Miranda	G 2521
	11		C: Isla Grande; Punta Catalina, Cuarto Chorillo	M 2351
Boraginaceae				
<i>Plagiobothrys calandrinoides</i> (Phil.)	34		A: Isla Grande; Río Grande, Misión	G 516
Plantaginaceae				
<i>Plantago barbata</i> Forster f. <i>maritima</i> L.	24		A: Isla Grande; Sierra Sorondo, Paso Garibaldi	M 1596
	12		C: Isla Grande; Ea Cameron, Bahia Inutil	M 1083
	12		A: Isla Grande; Ea Cullen, Campo Playa	M 1470
	12		A: Isla Grande; Ea Santa Ana, Cabo San Pablo	M 1514
	12		A: Isla Grande; Ea Las Violetas, Cabo Domingo	M 1490
	6		A: Isla Grande; Ea Policarpo	G 2269
	12		A: Isla Grande; Seno Almirantazgo, Isla Tres Mogotes	M s. n.
	12		C: Isla Navarino; Caleta Wulala	B 50-30

Scrophulariaceae

- Limosella australis* R. Br.
- Calceolaria uniflora* Lam.
- Hebe elliptica* (Forster f.) Pennell

Styliidiaceae

- Donatia fascicularis* Forster & Forster f.

Rubiaceae

- Gatium aparine* L.
- fuegianum* Hooker f.

Valerianaceae

- Valeriana carnososa* Sm.

Calyceraceae

- Boopis australis* Decne

Compositae

- Lagenophora harrisi* Franchet
- Lepidophyllum cupressiforme* (Lam.) Cass.
- Nardophyllum bryoides* (Lam.) Cabrera
- Chilotrichum diffusum* (Forster f.) O. Kuntze

Chitophyllum fuegianum O. Hoffmann

- Erigeron patagonicus* Phil.
- Aster vahlii* (Gaudich.) Hooker & Arn.
- Baccharis magellanica* (Lam.) Pers.
- Gamochaeta spiciformis* (Sch. Bip.) Cabrera

- A: Isla Grande; Ea Viamonte
- C: Isla Grande; Punta Espora
- C: Islas Wollaston; Isla Bayley (Cult. Ea Harberton)

- A: Isla Grande; Bahía Thetis

- C: Isla Grande; Bahía Inutil, Puesto Maria
- C: Isla Grande; Porvenir to Caleta Josefina

- A: Isla Grande; Ea Viamonte
- C: Isla Grande; Punta Espora

- C: Isla Grande; Punta Baja
- C: Isla Grande; Ea Río Hondo, Río Marazzi

- C: Isla Grande; Puerto Yartou
- C: Isla Grande; Punta Catalina, Cuarto Chorillo
- C: Isla Grande; Penin. Juan Mazia, Bahía Lee
- A: Isla Grande; Bahía Thetis
- C: Isla Grande; Altos de Boqueron
- A: Isla de los Estados; Puerto San Juan

- C: Isla Grande; Ea Cameron
- A: Isla Grande; Ea Cullen, Río Alfa
- C: Isla Grande; Ea Río Hondo, Río Marazzi
- A: Isla Grande; Bahía Thetis
- C: Isla Grande; 10 km S. of Porvenir

- A: Isla Grande; Ea Harberton, Cerro No Top
- A: Isla Grande; Ea Harberton, Mte. Hueheupen
- C: Isla Grande; Caleta Josefina to Río Chico

M 1274
M 2364
G 1863

G 2243

M 2432
M & G 26

G 939
M 2365

M 2372
M 2410

M 2467
M 2355
M 2339
G 2307
M & G 132
DGC 912

M 1082
M & G 356
M 2411
G 2371

M & G 65
M 1388
M 2840
M 1638

TABLE I

(Continuation)

Species	n	2n	Locality †	Collector + and number
<i>Eriachaenium magellanicum</i> Sch. Bip	131	c. 36	A: Isla Grande; Ea José Menéndez, Punta María	G 975
<i>Cotula scariosa</i> (Cass.) Franchet	130		A: Isla Grande; Bahía Thetis	G 2296
<i>Artemisia magellanica</i> Sch. Bip.	20	22	C: Isla Grande; Ea Río Hondo, Río Marazzí	M 2408
<i>Senecio acanthifolius</i> Hombrón & Jacq.	20		A: Isla Grande; Ea Las Violetas, coast	M & G 318
	20		C: Isla Grande; Caleta Josefina to Río Chico	M 2427
	20		C: Isla Grande; Puerto Yartou	M 2455
	20		A: Isla Grande; Sierra Sorondo, Paso Garibaldi	M 1582
	20		A: Isla Grande; Bahía Thetis	G 2378
<i>candidans</i> DC.	40		A: Isla Grande; Bahía Thetis	G 2308
	20		A: Isla Grande; Bahía Thetis	G 2254
	40		C: Isla Grande; Puerto Arturo to Puerto Yartou	M 2459
<i>eightstii</i> (Hooker f.) Cabrera	40		A: Isla de los Estados; Puerto Cook	DGC 827
<i>humifusus</i> (Hooker f.) Cabrera	60		A: Isla Grande; Montes Martiales, below Glacier	G 2790
<i>laseguei</i> Hombrón & Jacq.	20		A: Isla Grande; Ea Cullen, Campo Playa	M 1457
<i>magellanicus</i> Hooker & Arn.	40		A: Isla Grande; Ea La Marina	M 69085*
<i>patagonicus</i> Hooker & Arn.	40		A: Isla Grande; Ea Harborton, Twin Islands	M 1811
	40		C: Isla Grande; Altos de Boqueron	M & G 90
<i>smithii</i> DC.	40		A: Isla Grande; Ea Cullen, Arroyo Beta	M & G 326
<i>tricuspidatus</i> Hooker & Arn.	40		A: Isla Grande; Ea San Sebastian, coast	M 2577
	20		C: Isla Capitan Aracena; Bahía Harris	M 2734
	20		A: Isla Grande; Ea Harborton, Campo Cutalafaca	M 1401
	20		C: Isla Grande; Ea Cameron, Lago Blanco	M 2159
	20		C: Isla Grande; Ea Río Hondo, Río Marazzí	M 2406
	40		A: Isla Grande; Ea Harborton, Río Varela	M 1359
	40		A: Isla Grande; Ea Harborton, Cerro No Top	M 1746
<i>trifurcatus</i> (Forster f.) Less.	60	40	A: Isla Grande; Ea Harborton, Valle Lashifashaj	M 2078
<i>websteri</i> Hooker f.	20	40	A: Isla de los Estados; Puerto Parry	DGC 1718
			A: Isla Grande; Bahía Thetis	
<i>Nassauvia darwinii</i> (Hooker & Arn.)	11		A: Isla Grande; Ea San Sebastian, Barrancas Carmen Sylva	M & G 262
O. Hoffm. & Dusén				

TABLE I

(Continuation)

Locality	n	2 n	Locality †	Collector + and number
Gramineae				
<i>Agropyron antarcticum</i> Parodi		28	A: Isla Grande; Lapatia	HUNZIKER, 1966
<i>magellanicum</i> (Desv.) Hackel		28	A: Isla Grande; Ea San Martin, Bahía San Sebastian	HUNZIKER, 1966
<i>Elymus antarcticus</i> Hooker f.		28	A: Isla Grande; Ushuaia	HUNZIKER, 1966
<i>Pheum alpinum</i>		28	A: Isla Grande; Ea Harborton, Campo Afuera, Cerro Flat Top	M 1394
Cyperaceae				
<i>Carex magellanica</i> Lam.		58	A: Isla Grande; Ea Harborton, Campo Lagunas Abajo	M s. n.
<i>microglochin</i> Wahlenb.		58	A: Isla Grande; Ea Harborton, Campo Lagunas Abajo	M 1343
Iridaceae				
<i>Sisyrinchium patagonicum</i> Phil. ex Baker		64	C: Isla Grande; Porvenir	M 2314
<i>Phatophleps biflora</i> (Thunb.) R. C. Foster		18	A: Isla Grande; Ea Remolino	M 1997
Liliaceae				
<i>Philesia magellanica</i> J. F. Gmelin		12	C: Isla Dawson, Coll. O. Magens	M 2316
Amaryllidaceae				
<i>Alstroemeria patagonica</i> Phil.		16	A: Isla Grande; Ea Las Violetas, coast	G 2589

† Locality: C = Chile; A = Argentina.

+ Collectors' abbreviations: DGC — DUDLEY, GOODALL and CROW; G — GOODALL; B — BARRETT; G & L — GOODALL and LUTKEN; M — MOORE; M & G — MOORE and GOODALL.

* Culture numbers of living plants held in garden cultivation.

APORTACIONES AL ESTUDIO
DE LA FLORA DE ANDALUCIA ORIENTAL:
PROVINCIA DE JAEN (ESPAÑA)

por

GABRIEL BLANCA LOPEZ & FRANCISCO VALLE TENDERO

Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias, Granada, España

SUMMARY

In this paper we comment on the ecologic, chorologic and syntaxonomic behavior of several taxa in the Iberian Peninsula and specially in the province of Jaén (Spain). The majority of these taxa are reported for the first time in this province; *Digitalis purpurea* L. subsp. *heywoodii* P. & M. Silva is reported for the first time in Spain. The chromosome numbers and karyotypes for 3 taxa are studied. The chromosome numbers are as follows: *Digitalis purpurea* L. subsp. *heywoodii* P. & M. Silva has $2n = 56$; *Catananche lutea* L. subsp. *carpholepis* (Schultz Bip.) Nyman has $2n = 18$; *Sternbergia lutea* (L.) Ker-Gawler ex Roemer & Schultes has $3x = 30$; the possible basic number of the genus *Sternbergia* is discussed.

RESUMEN

En el presente trabajo se estudia la ecología, corología y sintaxonomía de varios táxones de la Península Ibérica y especialmente en la provincia de Jaén (España). La mayoría se citan por vez primera en dicha provincia; *Digitalis purpurea* L. subsp. *heywoodii* P. & M. Silva se cita por primera vez para España. Asimismo se estudian los números cromosómicos y cariotipos de tres táxones; los números cromosómicos son los siguientes: *Digitalis purpurea* L. subsp. *heywoodii* P. & M. Silva tiene $2n = 56$; *Catananche lutea* L. subsp. *carpholepis* (Schultz Bip.) Nyman, $2n = 18$; *Sternbergia lutea* (L.) Ker-Gawler ex Roemer & Schultes, $3x = 30$; se discute el posible número básico del género *Sternbergia*.

INTRODUCCION

EN este trabajo señalamos la presencia de una serie de táxones en la provincia de Jaén que consideramos de interés por ser nuevas citas o encontrarse de manera escasa; una de ellas es a la vez primera cita para España.

En aquellos casos que se ha creído conveniente se ha confeccionado un mapa corológico en el que se señalan las citas incluídas en el Atlas Florae Europaeae y además las existentes en los herbarios MA, MAF, SEV, GDA y GDAC; la cita aportada por nosotros va señalada con una flecha en los mapas correspondientes.

Para el estudio de los números cromosómicos y cariotipos se han utilizado meristemos radicales obtenidos por cultivo de los especímenes en macetas. Pretratamiento con 8-hidroxiquinoleína 0,002 M durante 2-6 horas. Las preparaciones se obtuvieron por aplastamiento y se tiñeron con orceína acética. La terminología empleada para la descripción de los cariotipos es la de LEVAN, FREDGA & SANDBERG (1954). Todos los testigos están depositados en el herbario de la Facultad de Ciencias de Granada (GDAC).

Ophioglossum lusitanicum L., Sp. Pl.: 1063 (1753).

JAÉN: 30SVH3125. Carretera del Rumbiar, Baños de la Encina, XII-1979, F. Valle (GDAC 6301 y 6302).

Son pocas las citas de este taxon en Andalucía Oriental; aunque creemos no ha sido citado con anterioridad en la provincia de Jaén no dudamos su existencia en otras localidades del Norte de la misma.

También queremos señalar la existencia de un pliego de esta especie en MAF herborizado en Sierra Nevada (Granada) por RIVAS MATEOS, localidad ésta no recogida en el Atlas Florae Europaeae (J. JALAS & J. SNOMINEN, 1972).

Distribución peninsular: Provincias corológicas Atlántica, Luso-Extremadurensis y Gaditano-Onubo-Algarviense, así como localidades disjuntas en la Bética y costa mediterránea (Figura 1).



Fig. 1. — Distribución peninsular de *Ophioglossum lusitanicum* L.

Exsiccata

ASTURIAS: Gijón, VIII-1928, *Miranda* (MA 1); Posada de Llanera, sin fecha, *Mayor & al.* (MA 185526).

BADAJOS: Entre San Pedro de Mérida y Trujillo, 15-XI-1976, *Costa & al.* (MA 207578); Albuquerque, 26-XI-1972, *Rivas Goday & Ladero* (MAF 83620); entre Trujillanes y San Pedro de Alcántara, 24-XI-1972, *Rivas Goday & Ladero* (MAF 83621); Dehesa de Trujillanos, 2-XI-1976, *Ladero, Pérez Chiscano & Rivas Goday* (MAF 95515); Presa de Orellana, 14-XI-1976, *Pérez Chiscano* (MAF 99382).

BALEARES: Formentera, 27-X-1920, *Gros* (MA 7).

CADIZ: Chipiona, 3-XI-1978, *Galiano & al.* (SEV 41799); Bornos, 17-III-1974, *Silvestre* (SEV 16814); Algeciras, 9-II-1977, *Molesworth* (SEV 616); Chiclana, 28-III-1968, *Galiano & al.* (SEV 1413).

GERONA: La Sella, sin fecha, *Casares Gil* (MA 2).

GRANADA: Sierra Nevada, sin fecha, *Rivas Mateos* (MAF 72862).

HUELVA: Cala Mezquita, I-1870, *Rodríguez* (MA 3); Hinojos, 19-III-1976, *Galiano & al.* (SEV 24085); Paimogo, 20-III-1976, *Galiano & al.* (SEV 24084); Aljaraque, 29-XII-1967, *Sánchez Jurado* (MAF 101196); Doñana, 6-II-1966, *Galiano* (SEV 23551); El Granada, 2-III-

-1977, *Cabezudo & Silvestre* (SEV 27454); entre Almonte y el Rocío, 9-III-1975, *B. Valdés* (SEV 23546).

MALAGA: Sierra de Ronda, sin fecha, *Rivas Mateos* (MAF 72863).

PONTEVEDRA: Sin localidad ni fecha, *Merino* (MA 4).

SEVILLA: Entre Venta del Alto y el Ronquillo, 27-II-1972, *Galiano, Silvestre & B. Valdés* (MAF 98706); entre Puebla de Infantes y Constantina, *Cabezudo & B. Valdés* (SEV 32497); entre Bollullos y Aznalcazar, 1-IV-1969, *P. Gibbs & al.* (SEV 7315); Cantillana, 27-XI-1969, *Domínguez* (SEV 3600).

PORTUGAL: Alrededores de Porto, Leça, XI-1909, *Johnston* (MAF 9).

Ecología y Fitosociología: Suelos ácidos muy húmedos, a veces encharcados; también se ha indicado en arenas húmedas soportando incluso una gran salinidad. Nosotros la hemos observado en comunidades de la al. *Tuberarion guttatae* Br.-Bl. 1931 en tránsito a otras más nitrófilas de la al. *Taenianthero-Aegilopion geniculatae* Rivas Martínez & Izco 1977.

Polypodium interjectum Shivas, Jour. Linn. Soc. London (Bot.) 58: 29 (1961).

Polypodium vulgare L., Sp. Pl.: 1085 (1753) var. *prionodes* Ascherson in Ascherson & Graebner, Syn. *Mitteleur. Fl.* 1: 94 (1896).

Polypodium vulgare L. (l. c.) subsp. *prionodes* (Ascherson) Rothm., Mitt. Thür. Bot. Ver. 38: 106 (1929).

Polypodium serratum sensu Hess, Landolt & Hirzel, Fl. Schweiz 1: 106 (1967); nom Willd. (1810).

JAÉN: 30SVH3442. Tres Hermanas, El Centenillo, 6-IV-1977, *G. Blanca, J. A. Gil & F. Valle* (GDAC 3232 y 3233).

Aunque frecuente en el Sur de la Península (E. SALVO com. pers.) son muy escasas las citas que tenemos de ella en nuestra región; la nuestra sería la primera dada para este taxon en la provincia de Jaén.

Distribución peninsular: Muy mal conocida. Aparece en toda la Península, aunque menos frecuente en áreas más influenciadas por el clima mediterráneo (Figura 2).

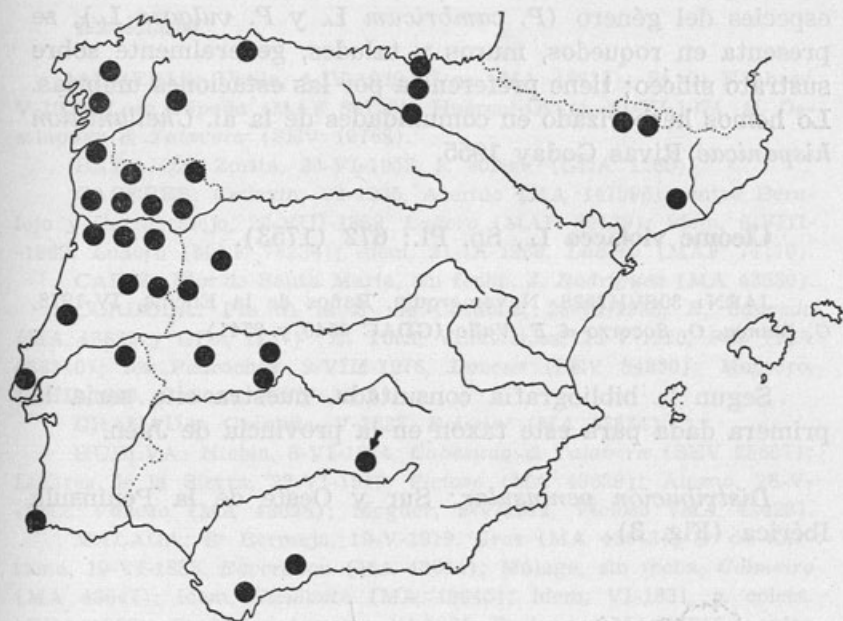


Fig. 2. — Distribución peninsular de *Polypodium interjectum* Shivas

Exsiccata

ALAVA: Altos de Encia, 13-VI-1926, Ruiz de Azúa (MA 1918).
 CACERES: Navatrasierra, 7-II-1976, Ladero (MAF 80577); S.^a de Altamira, Carrascalejo, 13-VI-1966, Ladero (MAF 84045); Torrejón el Rubio, 15-I-1977, Pérez Chiscano (MAF 103909).

CORUÑA: Santiago de Compostela, 25-IV-1975, A. Mijares & Losa Quintana (MAF 101693).

MALAGA: S.^a de Aguas, 11-IV-1972, G. López (MAF 89402).

OVIEDO: Valle de Belmonte, 23-III-1970, Rivas Goday (MAF 83429).

PONTEVEDRA: Moaña, 23-III-1970, Castroviejo (MAF 76957).

VIZCAYA: Begoña, 5-I-1926, Ruiz de Azúa (MAF 1919).

PORTUGAL: Eirol, Beira Litoral, 22-IV-1965, A. Fernandes & al. (MAF 72788).

Ecología y Fitosociología: Al no tener grandes requerimientos ecológicos tiene mayor poder colonizador que otras

especies del género (*P. cambricum* L. y *P. vulgare* L.), se presenta en roquedos, muros y taludes, generalmente sobre sustrato silíceo; tiene preferencia por las estaciones umbrías. Lo hemos herborizado en comunidades de la al. *Cheilanthion hispanicae* Rivas Goday 1955.

Cleome violacea L., Sp. Pl.: 672 (1753).

JAÉN: 30SVH2528. Navamorquín, Baños de la Encina, IV-1978, G. Blanca, O. Socorro & F. Valle (GDAC 6540 y 6541).

Segun la bibliografía consultada, nuestra cita sería la primera dada para este taxon en la provincia de Jaén.

Distribución peninsular: Sur y Oeste de la Península Ibérica (Fig. 3).



Fig. 3. — Distribución peninsular de *Cleome violacea* L.

Ersiccata

ALMERIA: Uleila, 4-IV-1929, Gros (MA 43633); S^a de Filabres, V-1959, *Losa España* (MAF 88722); Huércal-Overa, 11-VI-1974, E. Domínguez & Talavera (SEV 19768).

BADAJOS: Zorita, 20-VI-1952, s. colect. (GDA 1260).

CACERES: Cedavín, VI-1925, Aterido (MA 147396); entre Perales y Carrascalejo, 20-VIII-1968, *Ladero* (MAF 80439); idem, 6-VIII-1969, *Ladero* (MAF 78236); idem, 21-IX-1969, *Ladero* (MAF 74119).

CADIZ: Pto. de Santa María, sin fecha, J. Rodríguez (MA 43630).

CORDOBA: Pie de la S^a de Córdoba, 28-VI-1935, R. Sagredo (MA 43632 y GDA 1257) El Toril, Villaviciosa, 13-V-1920, Pau (MA 436310); los Pedroches, 9-VIII-1976, *Devesa* (SEV 34230); Montoro, 1-VIII-1963, *Galiano* (SEV 1537).

GRANADA: Granada, V-1837, Boissier (MA 43634).

HUELVA: Niebla, 8-VI-1974, *Cabezudo & Talavera* (SEV 25607); Linares de la Sierra, 22-VI-1942, *Vicioso* (MA 43629); Alosno, 26-V-1942, *Vicioso* (MA 43628); Moguer, 9-V-1942, *Vicioso* (MA 43623).

MALAGA: S^a Bermeja, 19-V-1919, Gros (MA 43643); S^a de Cártama, 19-VI-1888, *Reverchon* (MA 43644); Málaga, sin fecha, *Colmeiro* (MA 43647); idem, *Clemente* (MA 43645); idem, VI-1831, s. colect. (GDA 1256); S^a de los Angeles, VI-1831, *Prolongo* (MA 43646); entre Vélez y Canillas de Albaida, 5-VI-1919, Gros (MA 43642); S^a Tejada, 7-VII-1935, *Estremera* (MA 43641); Cómpea, 31-V-1931, *Ceballos* (MA 43640); idem, 9-VI-1965, *Rivas Goday* (MAF 96303); Carratraca, 20-VI-1930, *Vicioso* (MA 43639); S^a de Aguas, 7-V-1973, G. López & E. Valdés (MAF 89154); S^a Almirajara, sin fecha, *Laza Palacios* (MAF 8506); idem, 23-VI-1935, *Laza Palacios* (MAF 3522); Frigiliana, 15-V-1953, *Muñoz Medina* (GDA 1261); entre Alora y Carratraca, 23-V-1971, *Galiano & al.* (SEV 15512).

ORENSE: Entre Santiago y El Barco, 20-VIII-1971, *Lainz* (SEV 9672).

SEVILLA: Lora del Río, 19-X-1970, *Galiano & al.* (SEV 18667); Guadalcanal, 20-VI-1970, *Silvestre* (SEV 9552).

PORTUGAL: Baixo Alentejo, 12-V-1959, M. Beliz & J. Guerra (MA 200576); idem, 8-VI-1962, M. Silva (MA 199933); Beira Litoral, entre Coimbra y Geria, 9-VIII-1958, M. Silva (MA 171789); Beira Baixa, Monfortinho, 15-VI-1948, B. Rainha (MA 162390); Val de Rosel, VI-1891, J. Debeau (MA 43622); idem, VII-1920, L. Fernandes (MA 43624 y MAF 58919); Estremadura, Almada, 4-VI-1944, B. Rainha (GDA 1255).

Ecología y Fitosociología: Especie silicícola que vive sobre suelos poco profundos o pedregosos, en comunidades pertenecientes al orden *Phagnalo-Rumicetalia indurati* Rivas Goday 1972.

Ononis speciosa Lag., Gen. Sp. Nov.: 22 (1816).

JAÉN: 30SVG2278. Cerca de la Bañizuela, Torredelcampo, IV-1978, G. Blanca, O. Socorro & F. Valle (GDAC 6544).

Ya fué citada en la provincia de Jaén por CUATRECASAS (1929); la nueva localidad que señalamos sería la más interior de la especie en la Península Ibérica; la presencia de este taxon termófilo en dicha zona iría ligada a la influencia climática del Valle del Guadalquivir.

Distribución peninsular: Provincia corológica Bética y algunas localidades en la Murciano-Almeriense (Figura 4).

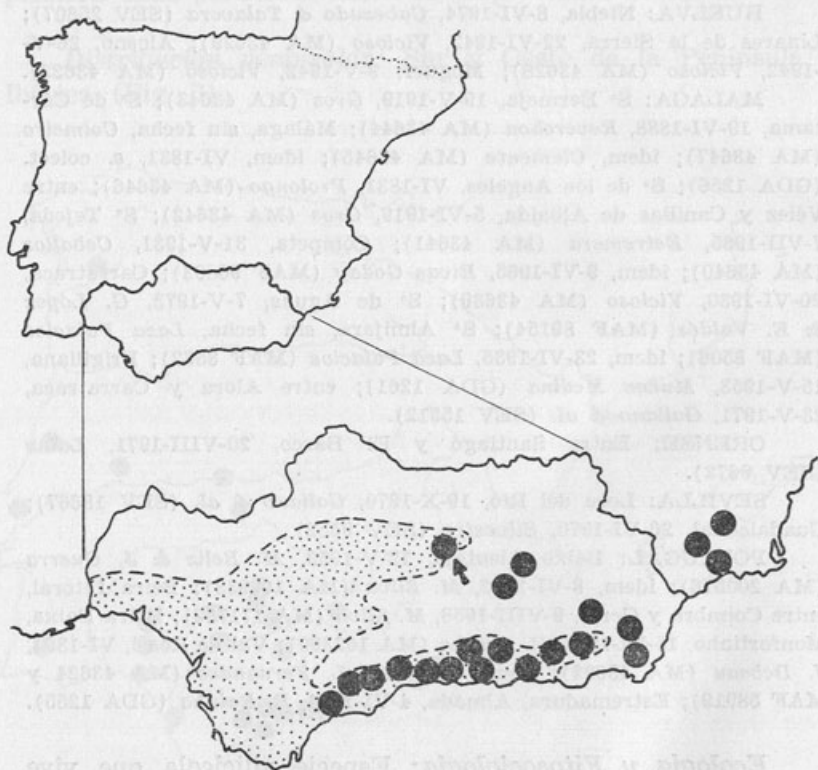


Fig. 4. — Distribución peninsular de *Ononis speciosa* Lag. La zona punteada corresponde al área virtual del orden *Phlomidetalia purpurae*. Rivas Goday & Rivas Martínez 1967.

Exsiccata

ALMERIA: S^a de Gádor, NE de Berja, sin fecha, *Ball & al.* (SEV 2086); S^a Alhamilla, 19-VI-1958, *Losa España & Rivas Goday* (MAF 90479); Berja, 22-V-1959, *Rivas Goday* (MAF 66465).

GRANADA: Entre Zafarraya y Alcaucín, S^a Tejada, 6-VIII-1973, *Cabezudo & B. Valdés* (SEV 22808); S^a de Baza 4-VI-1975, *Galiano & al.* (SEV 30189); idem, 4-VIII-1975, *Galiano & al.* (SEV 25574); La Herradura, 30-IV-1919, *Gros* (MA 61901); Granada, sin fecha, *López Seoane* (MA 61900); Valle del Darro, 16-VI-1876, *Sáinz* (MA 61915); Pampaneira, 31-V-1902, *Pau* (MA 61903); entre Granada y Motril, VI-1963, *Borja* (MA 178782); Granada, VII-1876, *Campo* (MA 61905); Gavcín, 28-IV-1931, *Ceballos* (MA 61917); Cádiar, 21-IV-1957, *Ruiz de la Torre* (MA 167828); Torvizcón, 30-VI-1959, *Ruiz de la Torre* (MA 167829); Puerto de Zegri, IV-1961, *Borja* (MAF 70551 y 101947); S^a de Baza, 4-VII-1973, *Galiano* (MAF 97082); entre Granada y Motril, VI-1963, *Borja* (MAF 67618); Alhambra, VII-1953, *Sáinz* (MAF 40681); túnel de Izbor, V-1977 (GDAC 3360, 3361 y 3362); Tello, Lanjarón, 9-VII-1944, *Muñoz Medina* (GDAC 6177).

JAEN: Puente de Cambil, 4-VI-1928, *Cuatrecasas* (MAF 40682); río Jandulilla, c. Venta del Capataz, 24-VI-1926, *Cuatrecasas* (MAF 40683).

MALAGA: Gaucín, 28-IV-1931, *Ceballos* (MA 61927); Canillas de Albaida, 30-V-1931, *Ceballos* (MA 61918); Genalguacil, 17-V-1932, *C Vicioso* (MA 61916); S^a de Cártama, VI-1888, *Reverchon* (MA 61919); Frigiliana, S^a Tejada, s. d., *Gros* (MA 61920); cerros de Cumbre, Vélez, s. d., *Isern* (MA 61921); S^a de Aguas, 16-V-1972, *G. López* (MAF 89190); S^a Almijara, 23-VI-1935, *Laza Palacios* (MAF 40684); Carratraca, 23-VI-1926, *Laza Palacios* (GDA sin reg.).

MURCIA: Rambla de la Cueva del Buitre, 29-V-1978, *Hernández* (MA 209663); Lorca, 5-VI-?, *Cánovas* (MA 61906); idem, s. d., *Guirao* (MA 61907); S^a Espuña, 17-V-1927, *Hno. Jerónimo* (MA 61908); S^a de Carrascoy, 22-V-1891, *Porta y Rigo* (MA 61909); río Ramonete entre Aguilas y Mazarrón, 19-V-1969, *Borja* (MAF 74139 y 80012).

Ecología y fitosociología: Lugares muy térmicos y soleados sobre sustrato calizo. Característica del orden *Phlo-midetalia purpurae* Rivas Goday & Rivas Martínez 1967 en el que se engloban las comunidades termófilas del Sur de la Península Ibérica, ricas en especies endémicas muchas de ellas residuales de la flora terciaria por haber sobrevivido a la influencia de las glaciaciones; como se puede observar en la Figura 4, el área de distribución de la especie se encuadra en su mayor parte dentro del área virtual de este

orden, teniendo su óptimo en comunidades de la as. *Bupleuro-Ononidetum speciosae* Rivas Goday & Rivas Martínez (l. c.), desarrolladas sobre suelos profundos ricos en bases de los sectores corológicos Alpujarro gadoreense y Malacitano almi-jareense.

En la provincia Murciano-Almeriense vive en comunidades del orden *Anthyllidetalia terniflorae* Rivas Goday & al. 1961. Al internarse en la Península aparece fuera de sus comunidades naturales, pero siempre en los lugares más protegidos y soleados (condiciones más térmicas).

Hay que resaltar el comportamiento edáfico observado en la S^a de Filabres, Tetica de Bacaes (FERNANDEZ CASAS, 1975) donde fue herborizada sobre suelo pedregoso silíceo.

La nueva localidad que indicamos está situada en el sector Hispalense y es climáticamente idónea para el desarrollo de comunidades del orden *Phlomidetalia purpureae*, pero como indican RIVAS GODAY & RIVAS MARTÍNEZ (l. c.) no están bien representadas probablemente por la gran extensión que alcanzan los cultivos. La hemos recolectado en un encinar muy aclarado rico en elementos termófilos (*Olea europea* var. *silvestris*, *Asparagus albus*, *Smilax aspera*, etc.).

Digitalis purpurea* L., Sp. Pl.: 621 (1953) subsp. *heywoodii
P. & M. Silva, Agron. Lusit. 20: 239 (1959).

JAEN: 30SVH2528, Navamorquín, Baños de la Encina, 5-IV-1977, J. A. Gil, G. Blanca & F. Valle (GDAC 3244 y 3245); ídem, IV-1978, G. Blanca, O. Socorro & F. Valle (GDAC 6542 y 6543).

Hasta ahora sólo era conocida de la localidad en que fue descrita (Reguengos de Monsaraz, Alto Alentejo, Portugal); nuestra cita es la primera para España y aumenta considerablemente el área potencial del taxon, ya que es una indicación clara de que se extiende hacia oriente a través de S^a Morena.

Las diferencias morfológicas entre algunas de las subespecies de la *Digitalis purpurea* L. son a veces muy exiguas y existen numerosos pasos intermedios; la subsp. *Heywoodii* tiene un área de distribución que coincide en parte con la

subsp. *mariana*, por lo que hemos creído oportuno reseñar aquí las principales diferencias de tipo morfológico entre ambos táxones:

subsp. <i>mariana</i> (Boiss.) Rivas Goday	subsp. <i>heywoodii</i> P. & M. Silva
Planta verde-tomentosa.	Planta densamente blanco-tomentosa.
Brácteas florales menos de $\frac{1}{2}$ de la longitud de los pedúnculos.	Brácteas florales más o menos igualando la longitud de los pedúnculos.
Pedúnculo 1,5 a 3 veces de largos que el cáliz, recubiertos de pelos que alcanzan como mucho $\frac{1}{5}$ del grosor de dichos pedúnculos.	Pedúnculos 1(1,5) veces de largos que el cáliz, recubiertos de pelos que superan el grosor de los mismos.
Divisiones del cáliz redondeado-obtusas ó acuminadas.	Divisiones del cáliz agudas más o menos lanceoladas.
Corola purpúrea.	Corola blanca ó amarillo pálido.
Corola glabra en la superficie externa (sólo presenta pelos en los bordes).	Corola pelosa en la superficie externa, sobre todo en su tercio superior.

Palinología

Ademas de la localidad ya reseñada hemos estudiado las siguientes:

Digitalis purpurea L. subsp. *heywoodii* P. & M. Silva. Reguengos de Monsaraz, Alto Alentejo (Portugal), 23-V-1975, G. Blanca & J. L. Rosua (GDAC 5866).

Digitalis purpurea L. subsp. *heywoodii* P. & M. Silva. Reguengos de Monsaraz, Alto Alentejo (Portugal), 23-V-1975, A. R. Pinto da Silva, M. H. Ramos Lopes & M. A. Pina (GDAC 5690).

Para todas las medidas se han utilizado granos acetilizados tratados de idéntica manera y montados en glicero-gelatina. El número de medidas por carácter es de 30 de

las cuales se han hallado la media aritmética y la desviación standard.

Los caracteres utilizados para la descripción mediante examen con el microscopio óptico son (Cuadro 1): P (longitud polar), E (anchura ecuatorial), P/E, t (lado del triángulo polar formado por el ápice de los tres colpos), t/E, M (distancia intercolpal ó mesocolpia), la anchura del colopo medida en la zona ecuatorial, el espesor total de la exina y la relación entre el grosor de la sexina y nexina.

Como se aprecia en dicho cuadro, los pólenes de ambos táxones son muy similares entre sí; son de tamaño menor, isopolares, elípticos en vista meridional, prolado-esferoidales; en vista polar subcirculares con tendencia a ser subtriangulares (Fig. 5).

Poseen tres aberturas colpadas (tricolpados); anguloaperturados; colpos muy largos dejando zona apocólpica pequeña, lisos y no llevan partículas sexínicas, de margen no diferenciado. La notación NPC (N = número, P = posición y C = caracter de las aberturas; según ERDTMAN, 1969) es 343.

Exina muy fina, ligeramente más gruesa que la intina; nexina de menor grosor que la sexina. Superficie exínica finamente reticulada.

Citogenética

Hemos determinado el número cromosómico de la *Digitalis purpurea* L. subsp. *heywoodii* P. & M. Silva en la población de Baños de la Encina (Jaén): $2n = 56$ (Fig. 6) por lo que nuestro resultado concuerda con la determinación de M. NORONHA WAGNER (in P. & M. SILVA, 1959: 240) sobre material de Portugal.

Los cromosomas son muy pequeños y según hemos podido observar poseen en su mayor parte constricciones medianas.

Como indican nuestro homenajeado y colaboradores (A. FERNANDES, M. QUEIRÓS & M. FÁTIMA SANTOS, 1977), este género se caracteriza por un alto grado de poliploidía, de modo que si la mayor parte de las especies poseen $2n = 56$,

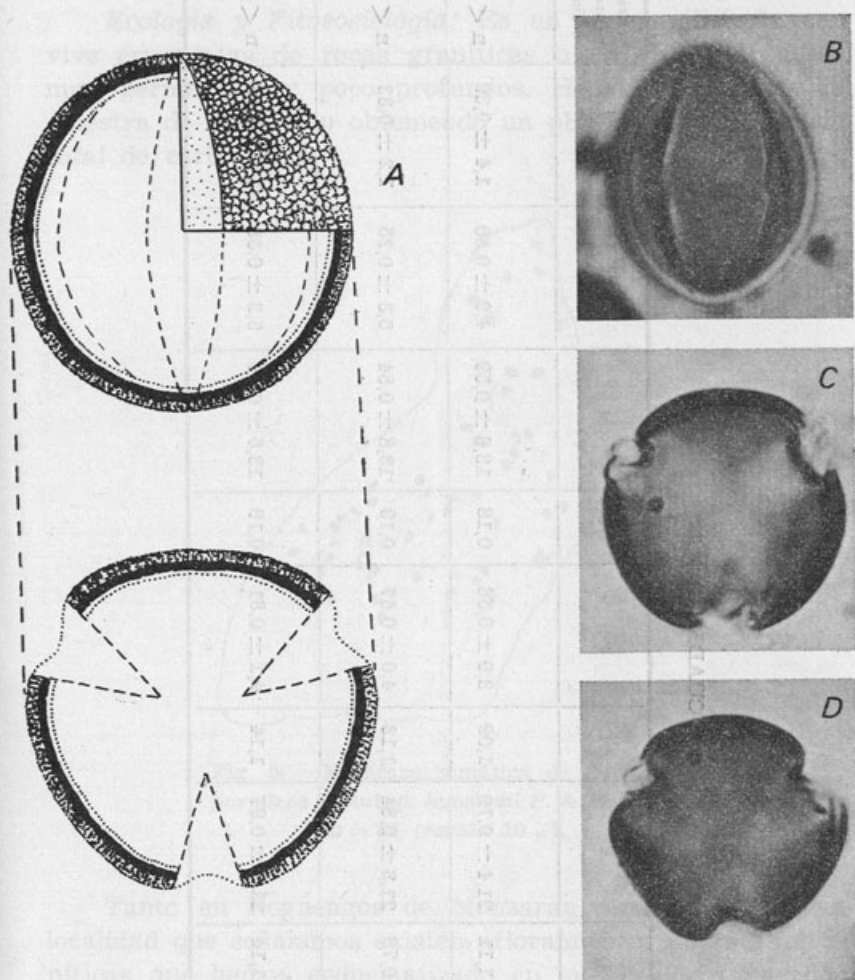


Fig. 5 — Polen de *Digitalis purpurea* L. subsp. *heywoodii* P. & M. Silva:
A, palinograma; B, vista meridiana; C y D, vista polar.

se puede decir que 28 es un número de base secundario derivado de 7, por lo que *D. purpurea* L. subsp. *heywoodii* P. & M. Silva sería un octoploide. Los números somáticos 14 y 28 correspondientes, respectivamente, a las formas diploides y tetraploides, no han sido encontrados hasta ahora en este género, por lo que es probable que sólo las formas octoploides hayan persistido.

CUADRO 1

	P	E	P/E	t	t/E	M	Anchura del colpo	Grosor exina	Relación nexina-sexina
<i>Digitalis purpurea</i> subsp. <i>mariana</i>	23,3 ± 1,11	21,4 ± 0,79	1,09	3,9 ± 0,56	0,18	13,6 ± 0,59	4,9 ± 0,50	1,4 ± 0,39	n < s
<i>Digitalis purpurea</i> subsp. <i>heyncoodii</i> (ESPANHA)	24,3 ± 0,78	21,3 ± 0,84	1,13	4,0 ± 0,67	0,19	13,8 ± 0,84	5,3 ± 0,25	1,2 ± 0,33	n < s
<i>Digitalis purpurea</i> subsp. <i>heyncoodii</i> (PORTUGAL)	24,0 ± 1,14	21,0 ± 0,97	1,14	4,1 ± 0,81	0,19	13,5 ± 0,48	5,2 ± 0,33	1,3 ± 0,35	n < s

Ecología y Fitosociología: Es un taxon silicícola que vive en grietas de rocas graníticas o en suelos arenosos muy permeables y poco profundos. Hemos analizado una muestra de este suelo obteniendo un pH de 6,45 y ausencia total de carbonatos.

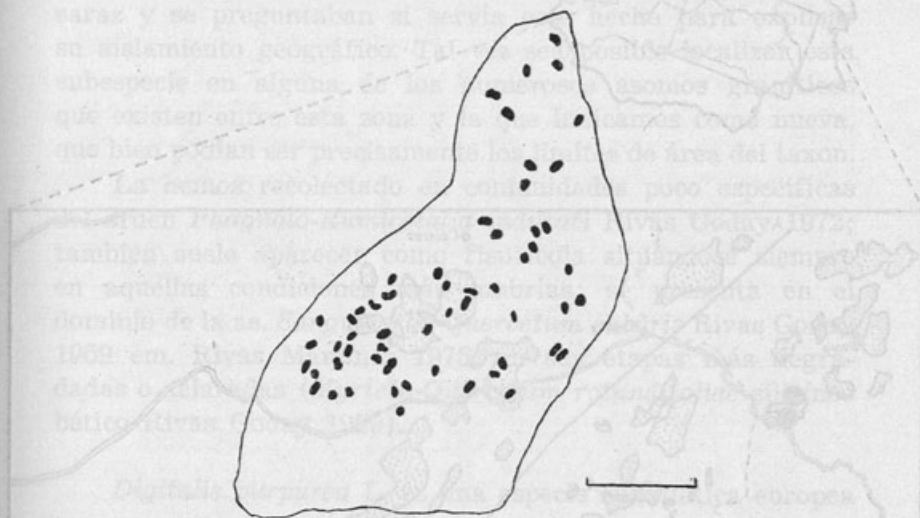


Fig. 6. — Metafase somática de *Digitalis purpurea* L. subsp. *hywoodii* P. & M. Silva
 $2n = 56$ (escala 10μ).

Tanto en Reguengos de Monsaraz como en la nueva localidad que señalamos existen afloramientos de rocas graníticas que hemos esquematizado en la Fig. 7. A grandes rasgos podemos distinguir dos unidades distintas: los batolitos existentes a la izquierda de la falla AB que se caracterizan por ser pequeños, muy numerosos y bastante heterogéneos en su composición, y los de la derecha de la falla que son mayores y más homogéneos.

Nuestra cita estaría en el extremo Sur del llamado «batolito de los Pedroches» y se encuadraría en la hoja 1:50 000 perteneciente a La Carolina (884//19-35); se compone de granitos en masas irregulares de color rosáceo o gris cuando no están alterados, y aspecto granudo.

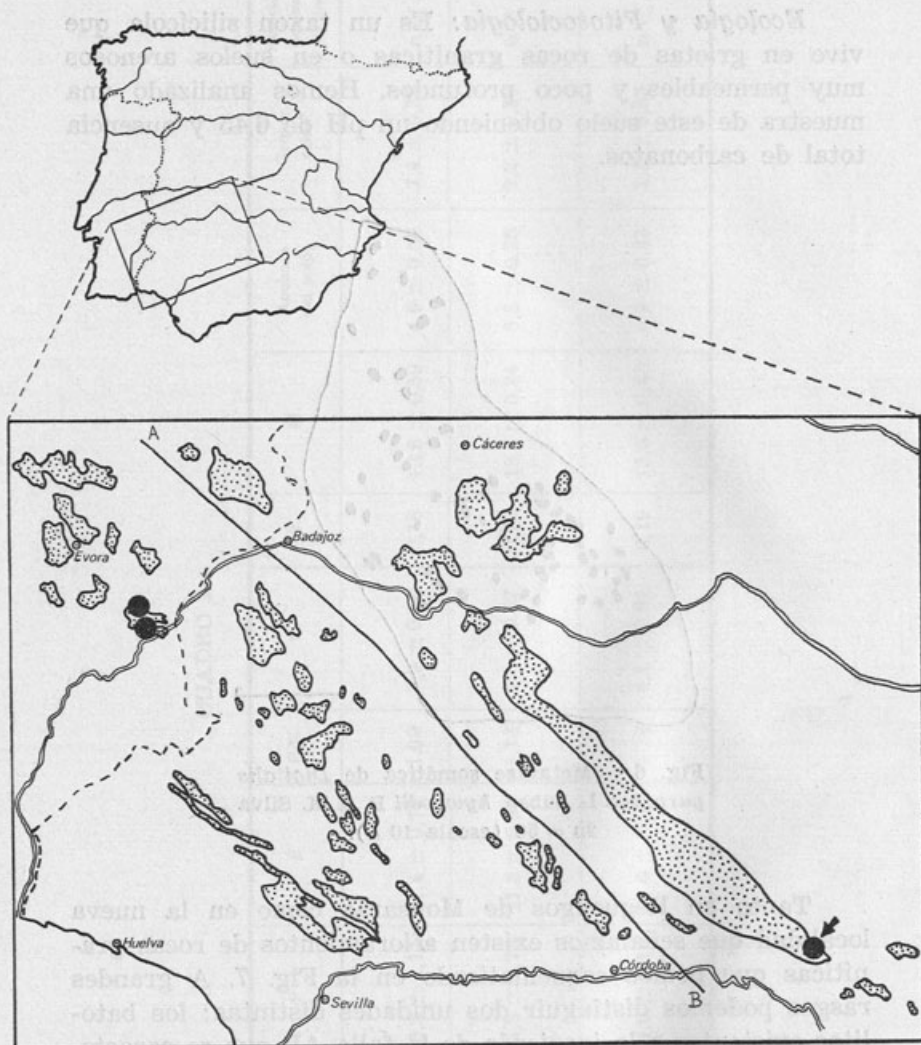


Fig. 7. — Distribución de *Digitalis purpurea* L. subsp. *heywoodii* P. & M. Silva (las zonas punteadas corresponden a los afloramientos graníticos).

Tienen textura alotriomorfa de grano medio y están formados por cuarzos, feldespato potásico ligeramente caolizado, plagioclasa en cristales subidiomorfos débilmente sericitizada; el mineral máfico (biotita) es sustituido por com-

pleto por moscovita de origen neumatolítico, desprendiéndose óxidos de hierro que se concentran entre las láminas de mica.

Hacemos hincapié en estos datos geológicos ya que P. & M. SILVA (1959) indicaban que el área de este taxon parecía corresponder con notable precisión a la mancha granítica del Silúrico inferior que aflora en Reguengos de Monsaraz y se preguntaban si servía este hecho para explicar su aislamiento geográfico. Tal vez sea posible localizar esta subespecie en alguna de los numerosos asomos graníticos que existen entre esta zona y la que indicamos como nueva, que bien podían ser precisamente los límites de área del taxon.

La hemos recolectado en comunidades poco específicas del orden *Phagnalo-Rumicetalia indurati* Rivas Goday 1972; también suele aparecer como fisurícola situándose siempre en aquellas condiciones más umbrías; se presenta en el dominio de la as. *Sanguisorbo-Quercetum suberis* Rivas Goday 1959 em. Rivas Martínez 1975, en sus etapas más degradadas o aclaradas (*Myrteto-Quercetum rotundifoliae* silíceo bético Rivas Goday 1959).

Digitalis purpurea L. es una especie subatlántica europea que se encuentra diversificada a nivel intraespecífico en tres subespecies (V. H. HEYWOOD in *Flora Europaea* 3: 240 (1972), lo cual puede ser debido a la cantidad de hábitats y climas distintos con que se encuentra en su amplia área de distribución, ya que la podemos encontrar tanto en ambientes realmente euatlánticos como en otros mediterráneos. Para explicar esta diversidad tal vez sea preciso recurrir a fenómenos de tipo radiación adaptativa e incluso de esquizoendemismo (FAVARGER & CONTANDRIOPOULOS, 1971).

Catananche lutea L., Sp. Pl. 812 (1753) subsp. *carpholepis* (Schultz Bip.) Nyman, Consp.: 472 (1879).

Piptoccephalum carpholepis Schultz Bip. in *Bonplandia* 8: 369 (1860).

JAÉN: 30SVG2081. Torredelcampo, VI-1975, *G. Blanca* (GDAC 2013); ídem, V-1976, *G. Blanca* (GDAC 2260 y 2261).

Fue indicada por nosotros en esta localidad (MORALES & al., 1978), por tratarse de la primera cita de este taxon en la provincia de Jaén y ser muy escasa en la Península Ibérica.

Citogenética

En la población señalada hemos encontrado el número cromosómico $2n = 18$, por lo que nuestro resultado concuerda con el obtenido por STEBBINS, JENKINS & WALTERS (1953) para material cultivado en el Botanical Garden de Stockholm y de Copenhagen. Por lo tanto es la primera vez que se estudia el número cromosómico de este taxon en material silvestre. Como ya apuntaron dichos autores el cariotipo es esencialmente simétrico; el estudio detallado del mismo da como resultado (Fig. 8) la siguiente fórmula cromosómica: $8m + 1sm$, es decir, ocho pares de cromosomas con centrómero mediano y un par con centrómero submediano (par 8); los pares 4 y 9 son satelíferos.

Distribución peninsular: Tiene su óptimo en la provincia Bética, llegando de forma disyunta a los depósitos calizos del sector Mariánico monchiquense en la Luso-Extremadura (LADERO, 1974).

Ecología y Fitosociología: Planta termófila que vive sobre suelos básicos; la hemos herborizado en comunidades de la al. *Thero-Brachypodium* Br.-Bl. 1925 en facies algo nitrificadas.

Sternbergia lutea (L.) Ker-Gawler ex Roemer & Schultes, Syst. Veg. 7 (2): 795 (1830).

Amaryllis lutea L., Sp. Pl.: 292 (1753).

JAÉN: 30SVG2278. Torredelcampo, 1-I-1974, G. Blanca (GDAC 21); ídem, 2-XI-1975, G. Blanca (GDAC 353, 354 y 355).

Se trata de una especie subespontánea escasamente representada en la Península Ibérica. Nuestra cita sería la primera para la provincia de Jaén.

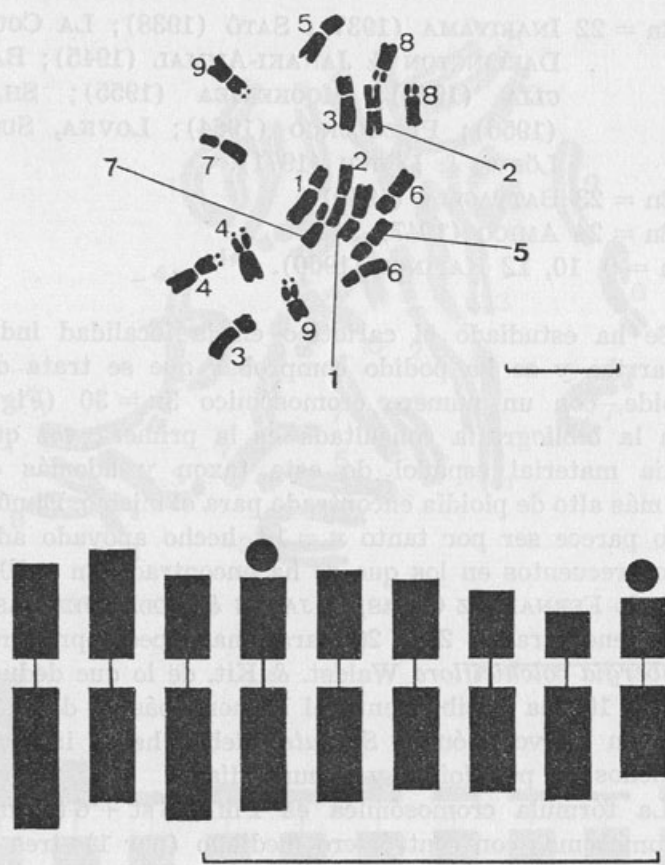


Fig. 8. — Metafase somática ($2n = 18$) y cariograma de *Catananche lutea* L. subsp. *carpholepis* (Schultz Bip.) Nyman (escala 10μ).

Citogenética: Los números cromosómicos encontrados para esta especie hasta ahora son los siguientes:

$2n = 12$ YAMAMOTO in KIHARA, YAMAMOTO & HOSONO (1931).

$2n = 16$ NAKAJIMA (1936).

$2n = 18$ DELAY (1947).

$2n = 20$ MOOKERJEA (1955); SHARMA (1956).

$2n = 22$ INARIYAMA (1937); SATÔ (1938); LA COUR in DARLINGTON & JANAKI-AMMAL (1945); BATTAGLIA (1949); MOOKERJEA (1955); SHARMA (1956); PIZZOLONGO (1964); LOVKA, SUSNIK, LÖEVE & LÖEVE (1971).

$2n = 23$ BATTAGLIA (1949).

$2n = 24$ AMICO (1947).

$n = 9, 10, 12$ KAPINOS (1960).

Se ha estudiado el cariotipo en la localidad indicada más arriba y se ha podido comprobar que se trata de un triploide, con un número cromosómico $3x = 30$ (Fig. 9); según la bibliografía consultada es la primera vez que se estudia material español de este taxon y además es el nivel más alto de ploidía encontrado para el mismo. El número básico parece ser por tanto $x = 10$, hecho apoyado además por los recuentos en los que se ha encontrado $2n = 20$; por otro lado FERNANDEZ CASAS, PAJARON & RODRIGUEZ PASCUAL (1978) encontraron $2n = 20$ para una especie próxima, la *Sternbergia colchiciflora* Waldst. & Kit. de lo que deducimos que $x = 10$ sea posiblemente el número básico del género. Luego en la evolución de *St. lutea* deben haber intervenido fenómenos de poliploidía y aneuploidía.

La fórmula cromosómica es $1m + 3st + 6t$: un par de cromosomas con centrómero mediano (par 1), tres pares con centrómero subterminal (pares 2, 6 y 10) y seis pares con centrómero terminal (pares 3, 4, 5, 7, 8 y 9).

Distribución peninsular: Aparece como subespontánea en localidades aisladas entre sí del Centro y Sur de la Península (Fig. 10).

Exsiccata

- CACERES: Almaraz de Taja, 5-X-1976, E. Rico (MA 203634).
 CADIZ: Benamahoma, 2-X-1976, Casaseca & Fernández Díez (MA 208290); S^a de Grazalema, 2-X-1976, Pérez Chiscano (MAF 95073).
 GRANADA: Cerros del Avellano, 6-X-1955, s. colec. (GDA 276).
 MADRID: Alcalá de Henares, IX-1895, Mas y Guindal (MAF 63671).

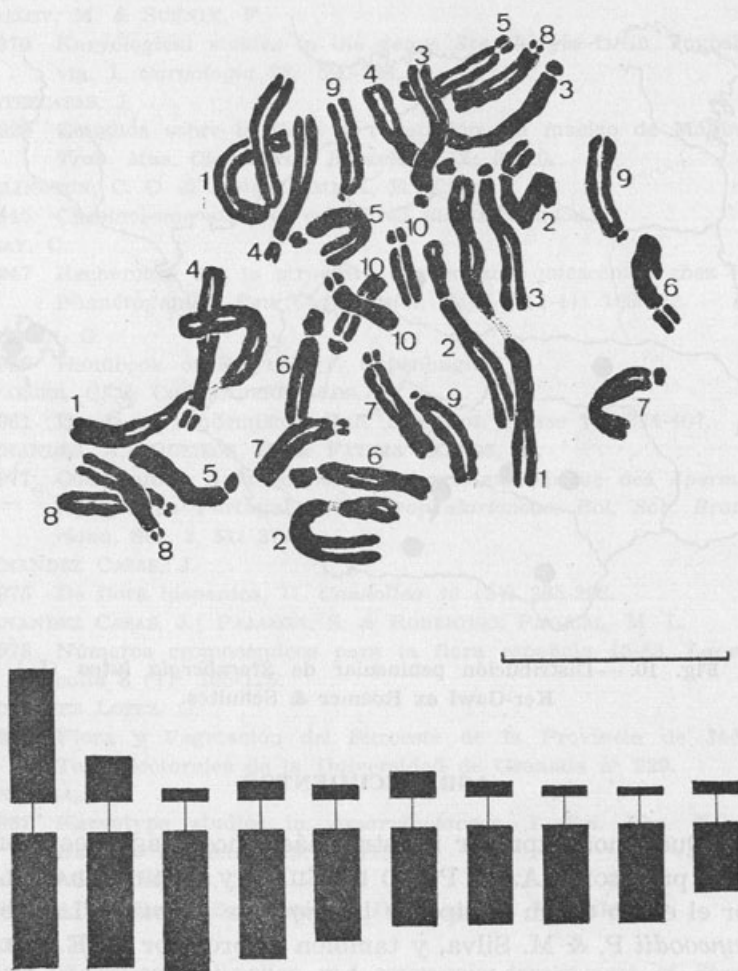


Fig. 9. — Metafase somática ($3x = 30$) y cariograma de *Sternbergia lutea* (L.) Ker-Gawl (escala 10μ).

MALLORCA: Avenal, 17-IX-1945, *Palau Ferrer* (MA 22509); Sóller, Bianor, 20-IX-1910 (MA 22511); Bunyola 29-IX-1950, *Palau Ferrer* (MAF 838 y GDA 277).

SEVILLA: Cazalla de la Sierra, 4-X-1931, *C. Vicioso* (MA 22510); San Pedro, IX-1900, *Rivas Mateos* (MAF 839).

TOLEDO: Carretera de Toledo a Navahermosa, 11-X-1972, *Ruiz Ramos* (MAF 83590).



Fig. 10. — Distribución peninsular de *Sternbergia lutea* (L.) Ker-Gawl ex Roemer & Schultes.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a los profesores A. R. PINTO DA SILVA y MANUEL DA SILVA por el envío de un isótipo de la *Digitalis purpurea* L. subsp. *heywoodii* P. & M. Silva, y también al profesor A. E. SALVO TIERRA por su ayuda en la determinación y corología de *Ophioglossum lusitanicum* L. y *Polypodium interjectum* Shivas.

BIBLIOGRAFIA

- AMICO, A.
1947 Osservazioni su *Sternbergia lutea* Ker-Gawl. *Nuovo Gior. Bot. Ital.* 54: 748-771.
- BATTAGLIA, E.
1949 Diploidia e triploidia in *Sternbergia lutea* (L.) Ker-Gawler. *Caryologia* 1: 269-279.

- BEDALOV, M. & SUSNIK, F.
 1970 Karyological studies in the genus *Sternbergia* L. in Yugoslavia. I. *Caryologia* 23: 520-524.
- CUATRECASAS, J.
 1929 Estudios sobre la flora y vegetación del macizo de Mágina. *Trab. Mus. Cienc. Nat. Barcelona* 12: 3-510.
- DARLINGTON, C. D. & JANAKI-AMMAL, E. K.
 1945 Chromosome atlas of cultivated plants. London.
- DELAY, C.
 1947 Recherches sur la structure des noyaux quiescentes chez les Phanérogames. *Rev. Cytophysiol. Vég.* 9 (1-4): 169-222.
- ERDTMAN, G.
 1969 Handbook of Palynology. Copenhagen.
- FAVARGER, C. & CONTANDRIOPOULOS, J.
 1961 Essai sur l'endemisme. *Bull. Soc. Bot. Suisse* 71: 384-407.
- FERNANDES, A.; QUEIRÓS, M. & FÁTIMA SANTOS, M.
 1977 Contribution à la connaissance cytotoxinomique des *Spermatophyta* du Portugal. XV. *Scrophulariaceae*. *Bol. Soc. Brotariana*, Sér. 2, 51: 37-90.
- FERNANDEZ CASAS, J.
 1975 De flora hispanica, II. *Candollea* 30 (2): 285-292.
- FERNANDEZ CASAS, J.; PAJARON, S. & RODRIGUEZ PASCUAL, M. L.
 1978 Números cromosómicos para la flora española 45-83. *Lagascalia* 8 (1): 105-125.
- FERNANDEZ LOPEZ, C.
 1979 Flora y Vegetación del Suroeste de la Provincia de Jaén. Tesis doctorales de la Universidad de Granada n° 229.
- INARIYAMA, S.
 1937 Karyotype studies in *Amaryllidaceae*. I. *Sci. Rep. Tokyo Bunrika Daigaku B* 3: 95-113.
- JALAS, J. & SUOMINEN, J.
 1972 Atlas Florae Europaeae. 1. *Pteridophyta*. Helsinki.
- KAPINOS, G. E.
 1960 Flowering, pollination and embryonic development of *Sternbergia lutea* (L.) Ker-Gawl. and *S. fischeriana* (Herb.) Roem. *Bot. Zhur. SSSR* 45: 1044-1055.
- KIHARA, H.; YAMAMOTO, Y. & HOSONO, S.
 1931 A list of chromosome numbers of plants cultivated in Japan. *Shokobutsu Senshokutaisû no Kenkyû, Tokyo*: 195-330.
- LADERO, M.
 1974 Aportaciones a la flora Luso-extremadurensis. *Anales Inst. Bot. Cavanilles (Madrid)* 31 (1): 119-137.
- LEVAN, A., FREDGA, K. & SANDBERG, A. A.
 1964 Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* 52: 201-220.

- LOVKA, M.; SUSNIK, F.; LÖVE, A. & LÖVE, D.
1971 In «IOPB chromosome number reports XXXIV. *Taxon* 20: 785-797) (A. LÖVE, ed.).
- MOOKERJEA, A.
1955 Cytology of amaryllids as an aid to the understanding of evolution. *Caryologia* 7: 1-71.
- MORALES, C.; SOCORRO, O.; BLANCA, G. & VALLE, F.
1978 Datos para la flora de Andalucía Oriental. I. *Trab. Dpto. Bot. Granada* 5: 5-24.
- NAKAJIMA, G.
1936 Chromosome numbers in some crops and wild Angiosperms. *Japanese Jour. Genetics* 12 (6): 211-218.
- PIZZOLONGO, P.
1964 Considerazioni sul biotipo A22 cromosomi di *Sternbergia lutea* Ker-Gawl. *Delpinoa* 5: 105-114.
- RIVAS GODAY, S. & RIVAS MARTINEZ, S.
1967 Matorrales y tomillares de la Península Ibérica comprendidos en la clase *Ononido-Rosmarinetea* Br.-Bl. 1947. *Anales Inst. Bot. Cavanilles* 25: 5-201.
- STEBBINS, G. L.; JENKINS, J. A. & WALTERS, M. S.
1953 Chromosomes and phylogeny in the *Compositae*, tribe *Cichorieae*. *Univ. Calif. Publ. Bot.* 26 (6): 401-430.
- SILVA, A. R. P. & SILVA, M.
1959 In «De Flora Lusitana Commentarii. *Agron. Lusit* 20 (3): 217-247) (A. R. PINTO DA SILVA, ed.).
- SHARMA, A. K.
1956 A new concept of a means of speciation in plants. *Caryologia* 11: 93-130.
- SATÓ, D.
1938 Karyotype alteration and phylogeny. IV. Karyotypes in *Amaryllidaceae* with special reference to the SAT-chromosome. *Cytologia* 9 (2-3): 203-242.

DONNÉES CHIMIOTAXINOMIQUES SUR QUELQUES ARMOISES ENDÉMIQUES DU MAROC

par

R. NÈGRE¹, Melle A. OUYAHYA² & M. DE BOTTON³

RÉSUMÉ

Cinq taxons d'*Artemisia* endémiques du Maroc sont spécifiquement distincts par la composition de leurs huiles essentielles. Aux constituants majoritaires déjà connus (thuyone et isothuyone, camphre, cinéol), s'ajoutent ici les α - et β - pinènes, le bornéol et surtout des sesquiterpènes. La nature de ces derniers semble en rapport avec la microécologie; de même que la nature des constituants majoritaire paraît en rapport avec les conditions altitudinales et peut-être plus directement les basses températures.

DE nombreuses études ont été consacrées déjà à la chimie des armoises et plus spécialement à celles des huiles essentielles de ces dernières, mais sans poursuivre des buts strictement taxinomiques. Parmi les plus récentes, celles de GUERIB (1967), GEISMAN (1970-1974), BANTHORPE (1971), FENARDJI (1974), HALLIGAN (1975) ont apporté de très intéressantes vues sur ce groupe complexe et fourni de plantes méditerranéo-sarmatiques. En particulier 37 constituants ont pu être mis en évidence dans les essences des 25 espèces d'armoises étudiées comparativement par BANTHORPE.

¹ Professeur, Laboratoire de Taxinomie et d'Ecologie végétales Faculté des Sciences, Université Aix-Marseille III (France).

² Assistante, Laboratoire de Taxinomie et d'Ecologie des végétaux supérieurs, Institut scientifique, Rabat (Maroc).

³ Maître de Recherche, Laboratoire de Chimie organique, Faculté de Pharmacie, Université Aix-Marseille II (France).

Parmi ceux-ci, les principaux sont: la thuyone, l'isothuyone, le 1-8 cinéol, l'*artemisia*-cétone, le camphre et le bornéol. Les huiles essentielles de toutes les espèces présentent des compositions différentes mais on peut les grouper en fonction du constituant majoritaire CM comme l'indique le tableau n° 1.

TABLEAU N° 1

Classification des 25 espèces du genre *Artemisia* en fonction du constituant majoritaire présent dans l'huile essentielle, d'après BANTHORPE *et al.* (1971)

ESPECES	Constituant majoritaire (C. M.)	% de C. M. dans l'huile essentielle
<i>A. abrotanum</i> L.	thuyone	72
<i>A. kurramensis</i> Qazilb.	»	51
<i>A. nobilis</i> L. var. <i>aurea</i>	»	59
<i>A. maritima</i> L.	»	53
<i>A. serotina</i> Burg.	»	63
<i>A. rutaefolia</i> Steph.	»	40
<i>A. verlotorum</i> Lamotte	»	83
<i>A. lactiflora</i> Wall.	»	63
<i>A. arborescens</i> L.	»	43
<i>A. austriaca</i> Jacq.	»	41
<i>A. campestris</i> L.	»	38
<i>A. filifolia</i> Torr.	»	33
<i>A. absinthium</i> L.	isothuyone	83
<i>A. nutans</i> Willd.	»	69
<i>A. pontica</i> L.	<i>Artemisia</i> -cétone	43
<i>A. annua</i> L.	»	61
<i>A. chamaemelifolia</i> Vill.	»	51
<i>A. procera</i> Willd.	camphre	37
<i>A. cana</i> Pursh.	»	61
<i>A. frigida</i> Willd.	1,8 cinéol	58
<i>A. californica</i> Less.	»	33
<i>A. vulgaris</i> L.	linalol	65
<i>A. porrecta</i> Krasch.	acétate de linalyle	24
<i>A. dracunculus</i> L.	nérol	67
<i>A. dracunculoides</i> Pursh.	sabinène	30

Le présent article regroupe quelques uns des résultats obtenus par l'analyse des cinq taxons suivants endémiques des moyenne et haute montagnes marocaines:

Artemisia flahaultii Emb. et Maire

A. ifranensis Did.

A. mesatlantica Maire

A. negrii Ouyahya

A. atlantica Coss. et Dur. var. *maroccana* (Coss.) Maire

Les analyses ont porté sur des échantillons composites obtenus à partir des récoltes de terrain concernant au minimum 100 individus appartenant à des populations homogènes morphologiquement et écologiquement. Les stations respectives sont, dans l'ordre, situées sur le versant N du Jbel Bou Naceur 2450 m, sur son versant S à 2500 m, route d'Ifrane au Michlifène à 1600 m, à 34 km d'Ifrane sur la route de cette localité à Boulmane, au bord de la piste d'Agoudal à Mesemrir à 2750 m d'altitude et 26 km d'Agoudal, Gorges du Dadès 1730 m d'altitude au N de Boumalne.

1. TECHNIQUES

Les principes volatils ont été analysés par la technique proposée par STAHL (1975) consistant à utiliser le micro-four TAS (Thermomikro-Abtreen Transfer und Auftrage Verfahren — Procédé thermique de micro-extraction, de transfert et de dépôt) couplé avec la chromatographie sur couches minces (CCM). Les huiles essentielles ont été analysées, après leur isolement, par chromatographie sur couche mince (CCM) et par chromatographie en phase gazeuse (CPG).

Avant d'être soumis aux techniques d'extraction les capitules et les tiges ont été finement pulvérisés à l'aide d'un broyeur électrique (FORPLEX Foo).

1.2. — Extraction des huiles essentielles

Nous avons adopté pour recueillir les huiles essentielles la technique préconisée par la Pharmacopée Française (VIII^e Edition p. 1554) et utilisé le matériel décrit dans cet

ouvrage. Deux modifications y ont été cependant apportées, la première consiste à utiliser un ballon de 2000 ml de capacité permettant de mettre en oeuvre 100 g de poudre végétale et 1000 ml d'eau distillée, la seconde correspond au remplacement sur le tube de recueillement du bouchon rodé par un réfrigérant à reflux ce qui conduit à une très bonne régularisation de la condensation de la vapeur d'eau et évite la variation de pression dans le dispositif qui, sans cela, fonctionne en circuit fermé.

1.3. — Chromatographie sur couches minces

Toutes nos chromatographies sur couches minces ont été réalisées sur gel de silice Merk 60 F 254 (fluorescente) de 0,2 mm d'épaisseur déposé sur feuille d'aluminium (20 × 20 cm).

Nous avons utilisé comme phase mobile un mélange de benzène et d'acétate d'éthyle (95:5 v/v). Le dépôt des échantillons a été fait sur une ligne de départ située à 15 mm de la partie inférieure de la plaque et, afin d'éviter les effets de bord, les deux dépôts extrêmes ont été placés à 25 mm de la partie gauche et 25 mm de la partie droite du support.

Les dépôts ont été réalisés à 15 mm les uns des autres et les quantités de solutions analysées ont été pour chaque dépôt de 3 à 4 μ l. Le solvant de migration a parcouru la plaque sur 10 cm au-dessus de la ligne de départ.

Nous avons utilisés plusieurs techniques de révélation des composés séparés.

- a — Après évaporation du solvant sous un léger courant d'air les chromatoplaques ont été observées sous lumière UV (lampe Universek CAMAG type TL-900) à la longueur d'onde de 254 nm.
- b — Les révélations par les techniques colorimétriques ont mis en oeuvre les réactifs et les méthodes suivants:

b-1 — *Réactif à l'anisaldéhyde sulfurique*: A 0,5 ml d'anisaldéhyde on ajoute successivement 10 ml

d'acide acétique glacial, 85 ml de méthanol et 5 ml d'acide sulfurique concentré; on asperge la plaque de CCM d'une manière régulière puis on porte la plaque à l'étuve réglée à 100°-110° pendant 10 minutes.

b-2 — Réactif à l'acide phosphomolybdique: 20 g d'acide phosphomolybdique sont dissouts dans 100 ml d'éthanol. On pulvérise la plaque avec ce réactif, puis on porte à l'étuve réglée à 105°-110° pendant 5 minutes.

1.4. — Chromatographie en phase gazeuse

Nous avons disposé d'un appareil TRACOR 550 à détecteur à ionisation de flamme. Les séparations ont été réalisées sur une colonne en acier inoxydable de 6' de long (1824 mm) et de 1/4" (6,25 mm) de diamètre remplie de phase stationnaire constituée de 0,5 p. 100 d'OV-1 sur chromosorb W HP (60-80 mesh).

Le gaz vecteur est l'azote, la température de l'injecteur a été fixée à 200° C et celle du détecteur à 250° C. Les séparations ont été effectuées avec programmation linéaire de température entre 71° C et 220° C à une vitesse de 5° C par minute.

2. RESULTATS

2.1. — Chromatographie des principes volatils suivant la méthode T. A. S.

Les figures 1 et 2 illustrent les chromatogrammes. Le tableau n° 2 rassemble les colorations et les valeurs des Rf obtenus, les produits obtenus à partir d'*Artemisia absinthium* du commerce servant de base de référence.

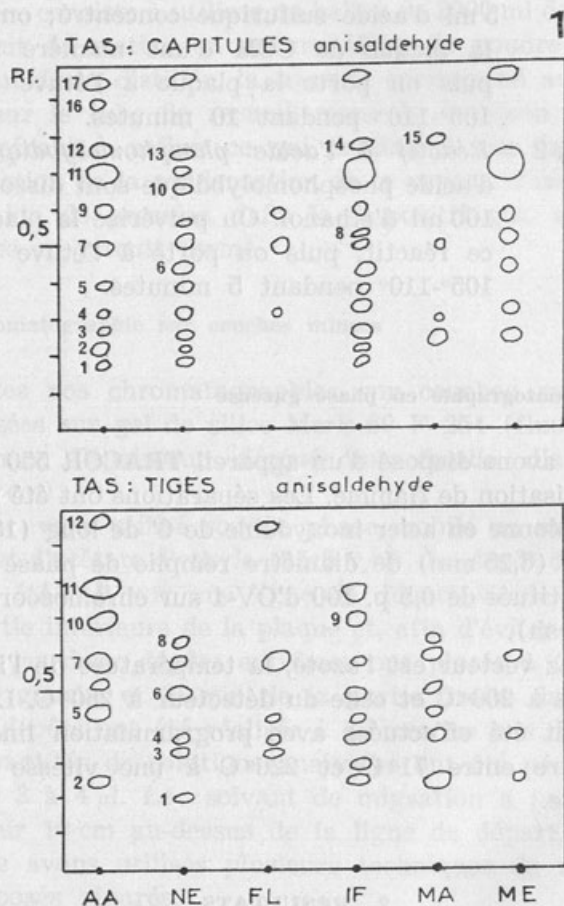


Fig. 1. — Chromatographie (T. A. S. selon STAHL) des principes volatils de cinq armoises marocaines — (*A. absinthium* pris comme référence: AA) (NE: *A. negrii*, FL: *A. flahaultii*, IF: *A. ifranensis*, MA: *A. atlantica* var. *maroccana*, ME: *A. mesatlantica*) (révélation: anisaldéhyde) — n° des spots: voir tableau n° 2.

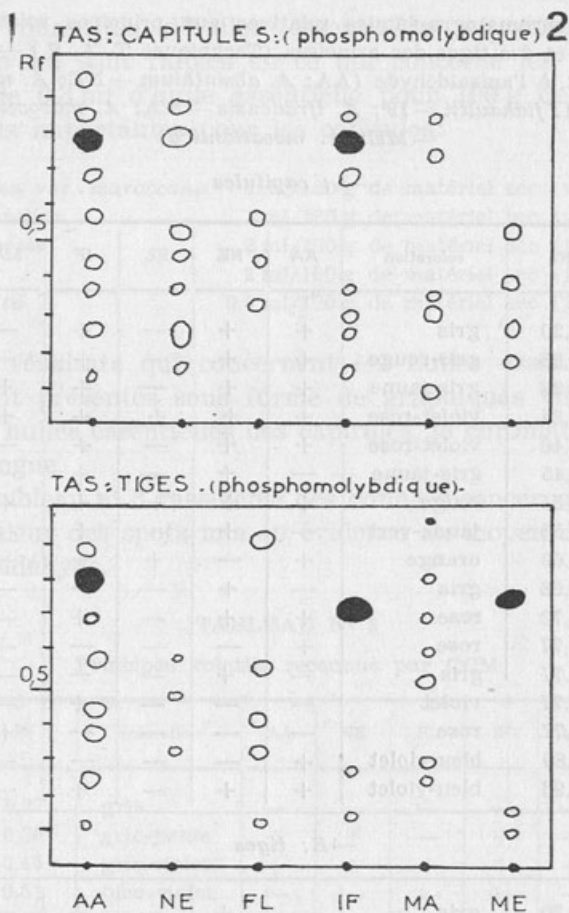


Fig. 2. — Chromatographie (T. A. S. selon STAHL) des principes volatils de cinq armoises marocaines — (*A. absinthium* pris comme référence: AA) (NE: *A. negrii*, FL: *A. flahaultii*, IF: *A. ifranensis*, MA: *A. atlantica* var. *maroccana*, ME: *A. mesatlantica*) (révélation acide phosphomolybdique) — taches noires: thuyone et/ou isothuyone.

TABLEAU N° 2

Données chromatographiques relatives aux principes volatils des capitules et des tiges des armoises (Techniques T. A. S.) — révélation au R. à l'anisaldéhyde (AA: *A. absinthium* — NE: *A. negrii* —

Fl: *A. flahaultii* — IF: *A. ifranensis* — MA: *A. maroccana*

— ME: *A. mesatlantica*)

— A: capitules

Spot n°	Rf	coloration	AA	NE	FL	IF	MA	ME
1	0,20	gris	+	+	—	+	—	—
2	0,23	gris-rouge	+	+	—	+	—	+
3	0,28	gris-jaune	+	+	—	+	+	—
4	0,34	violet-rose	+	+	+	+	+	+
5	0,40	violet-rose	+	+	—	+	—	—
6	0,45	gris-jaune	—	+	—	+	—	+
7	0,54	rouge	+	+	+	+	+	—
8	0,56	jaune-vert	—	+	—	+	—	+
9	0,60	orange	+	—	+	+	—	+
10	0,66	gris	—	+	—	—	—	—
11	0,70	rose	+	+	—	+	—	+
12	0,77	rose	+	—	—	—	—	—
13	0,77	gris	—	+	—	—	—	—
14	2,77	violet	—	—	—	+	—	—
15	0,77	rose	—	—	—	—	+	—
16	0,89	bleu-violet	+	—	—	—	—	—
17	0,96	bleu-violet	+	+	—	+	—	+

— B: tiges

1	0,20	gris	—	+	—	+	—	—
2	0,25	gris-rouge	+	—	—	+	+	+
3	0,32	gris-jaune	—	+	+	—	—	—
4	0,37	violet-rose	—	+	+	+	+	+
5	0,44	violet-rose	+	—	+	+	+	—
6	0,48	gris-jaune	+	+	—	+	+	—
7	0,54	rouge	+	+	+	+	—	+
8	0,64	orange	—	+	—	—	+	—
9	0,68	gris	—	—	—	+	+	—
10	0,68	violet	+	—	—	—	—	—
11	0,79	rose	+	—	—	+	—	—
12	0,98	bleu-violet	+	—	+	—	—	—

2.2. — Chromatographie par couche mince

Les quantités d'huiles essentielles extraites par la vapeur d'eau sont faibles en ce qui concerne les tiges (de l'ordre de 0,3 ml d'huile essentielle pour 100 g de matériel sec), plus importantes pour les capitules:

<i>A. atlantica</i> var. <i>maroccana</i>	1 ml/100 g de matériel sec (vert)
<i>A. mescllantica</i>	1 ml/100 g de matériel sec (vert)
<i>A. infranensis</i>	2 ml/100 g de matériel sec (jaune)
<i>A. negrii</i>	2 ml/100 g de matériel sec (jaune)
<i>A. flahaultii</i>	0,5 ml/100 g de matériel sec (jaune-vert)

Les résultats qui concernent les huiles essentielles de tiges sont présentés sous forme de graphiques (figure 3); pour les huiles essentielles des capitules, le chromatogramme est analogue.

Le tableau n° 3 rassemble des données concernant les Rf et la couleur des spots mis en évidence au moyen du réactif à l'anisaldéhyde.

TABLEAU N° 3

Principes volatils reconnus par CCM

n° des spots	Rf	coloration	AA	NE	FL	IF	MA	ME
1	0,27	gris	—	—	—	—	—	+
2	0,30	gris-jaune	+	+	—	+	—	—
3	0,45	gris-violet	+	+	+	+	+	+
4	0,51	bleu-violet	—	—	—	—	—	+
5	0,57	gris-jaune	—	—	—	—	+	+
6	0,64	rouge	+	+	+	+	+	+
7	0,73	jaune-gris	—	+	+	—	+	—
8	0,90	rose-gris	—	—	+	—	—	—
9	0,98	bleu-violet	+	+	+	+	+	+

De l'examen de ces résultats il ressort que:

- 1°) Les huiles essentielles d'*A. negrii* et d'*A. infranensis* présentent des caractéristiques voisines de celles d'*A. absinthium*; cependant la thujone et/ou l'iso-

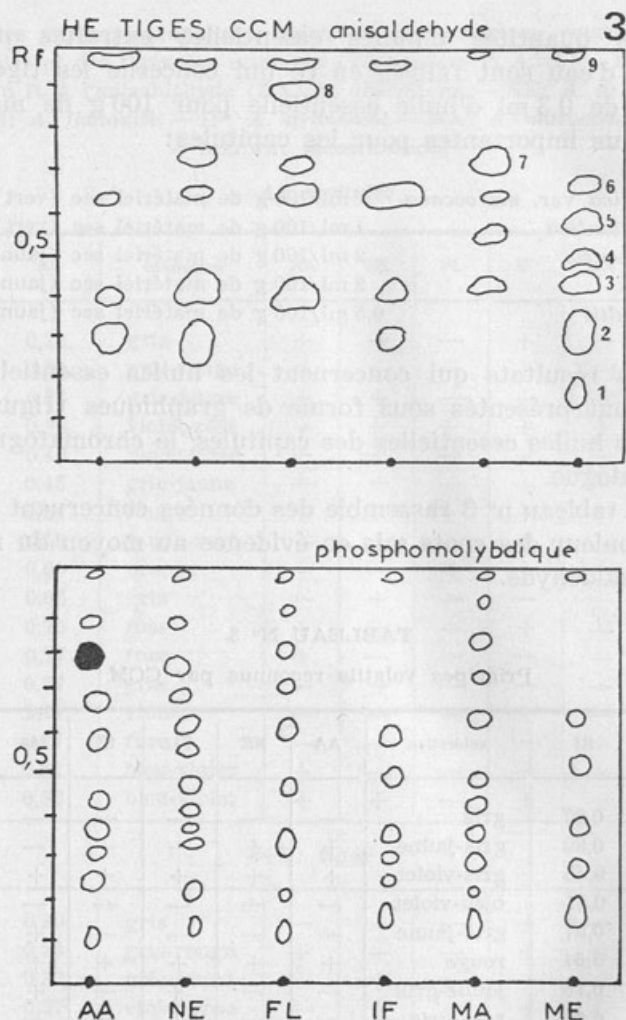


Fig. 3. — Chromatographie sur couches minces des huiles essentielles d'Armoises (AA: *A. absinthium*, NE: *A. negrii*, FL: *A. flahaultii*, IF: *A. ifranensis*, ME: *A. mesatlantica*, MA: *A. atlantica* var. *marocana* (révélation au réactif à l'anisaldéhyde et révélation au réactif à l'acide phosphomolybdique).

thujone n'est mise en évidence par la révélation au réactif phosphomolybdique que dans l'huile essentielle d'*A. ifranensis*.

De ce point de vue, cette dernière est également voisine d'*A. mesatlantica*.

- 2°) L'huile essentielle d'*A. flahaultii* contient un principe donnant avec le réactif à l'anisaldéhyde un spot très fortement coloré en rouge violacé qui semble être le constituant principal.
- 3°) Toutes les huiles essentielles sont différentes entre elles et différentes de celle d'*A. absinthium*. Elles semblent présenter une complexité beaucoup moins grande que celle observée dans le cas des principes volatils étudiés par la méthode T. A. S. de STAHL.

2.3. — Chromatographie en phase gazeuse

Les figures 4 à 7 reproduisent les graphes obtenus.

La figure 4 représente les chromatogrammes des huiles essentielles de capitules et de tiges d'*A. ifranensis* et d'*A. mesatlantica*. On notera une certaine concordance entre les documents résultants de la séparation chromatographique des huiles essentielles de tiges et de capitules; en règle générale, et cela est surtout évident en ce qui concerne *A. mesatlantica*, les huiles essentielles de tiges contiennent des composés plus lourds et en plus grandes quantités que ceux des huiles essentielles des capitules. Les composés élués de la colonne à une température supérieure à 180° C, dans les présentes conditions opératoires, peuvent être considérés comme des composés de nature sesquiterpénique.

L'huile essentielle d'*A. ifranensis* contient quatre constituants dont les deux principaux sont la thuyone et l'isothuyone, cette dernière étant en une concentration environ 5 fois supérieure à la concentration de son isomère. Ont été également identifiés le camphre et le bornéol.

L'huile essentielle d'*A. mesatlantica* est à peu près exclusivement constituée, en ce qui concerne les capitules, d'isothuyone. Dans l'huile essentielle de tige celle-ci est

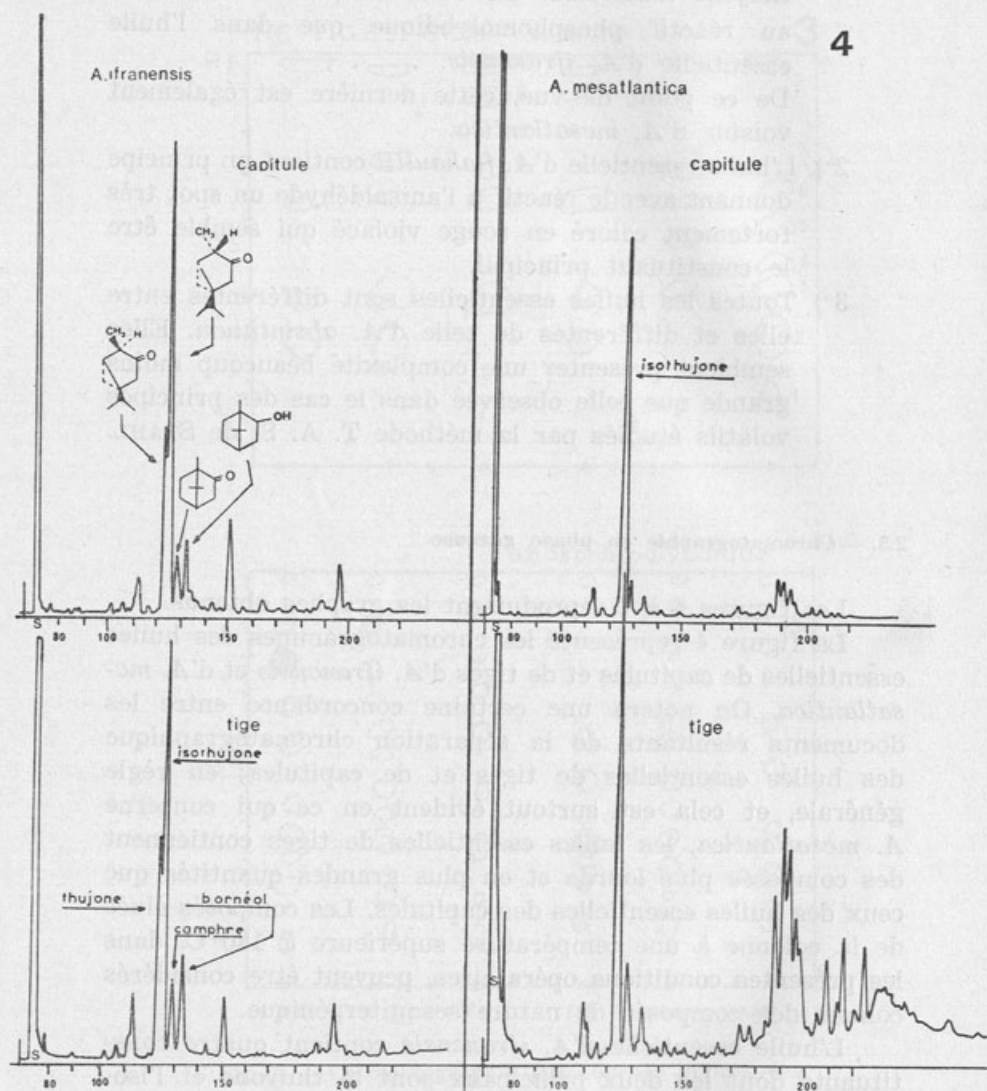


Fig. 4. — Chromatographies en phase gazeuse (OV₁) des huiles essentielles de tige et de capitules d'*A. ifranensis* et d'*A. mesatlantica*.

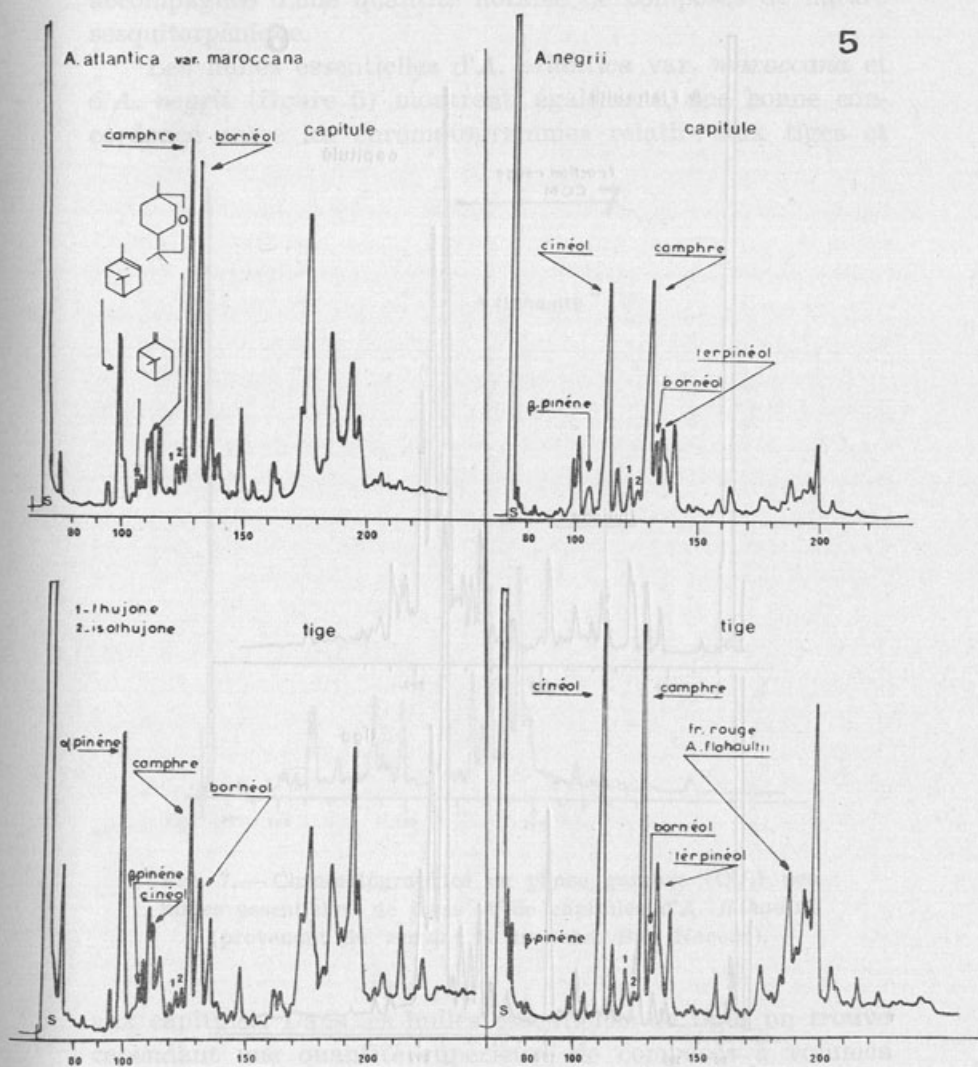


Fig. 5. — Chromatographies en phase gazeuse (OV₁) des huiles essentielles de tiges et de capitules d'*A. atlantica* var. *maroccana* et d'*A. negrii*.

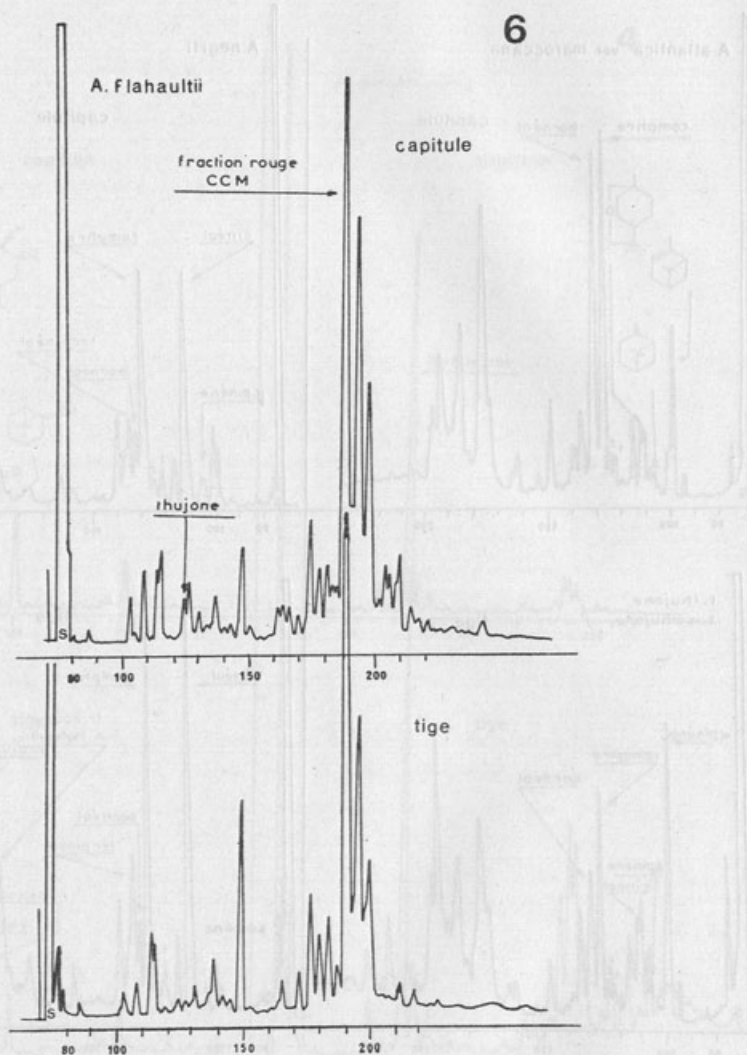


Fig. 6. — Chromatographies en phase gazeuse (OV₁) des huiles essentielles de tiges et de capitules d'*A. flahaultii* (provenant du versant N du Jebel Bou Naceur).

accompagnée d'une quantité notable de composés de nature sesquiterpénique.

Les huiles essentielles d'*A. atlantica* var. *maroccana* et d'*A. negrii* (figure 5) montrent, également, une bonne concordance entre les chromatogrammes relatifs aux tiges et et

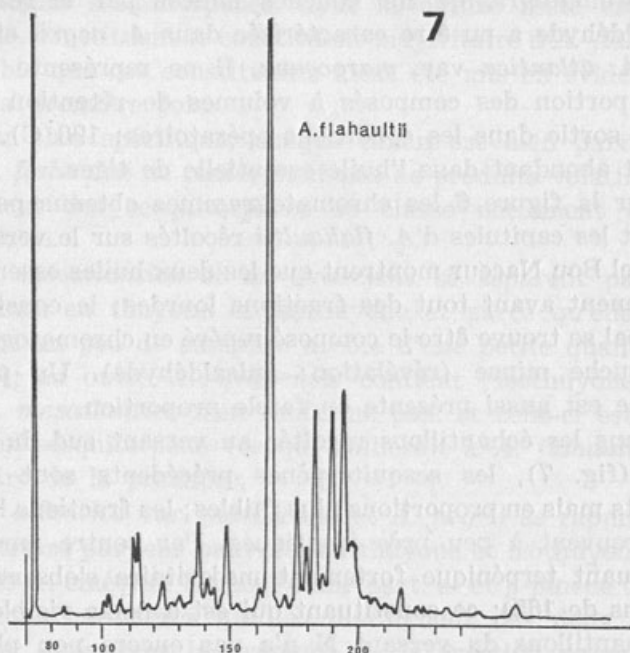


Fig. 7. — Chromatographies en phase gazeuse (OV₁) des huiles essentielles de tiges et de capitules d'*A. flahaultii* (provenant du versant S du Jebel Bou Naceur).

aux capitules. Dans les huiles essentielles de tiges on trouve cependant une quantité supérieure de composés à volumes de rétention élevés correspondant aux sesquiterpènes. Ceci est en particulier très net dans le cas d'*A. negrii*.

En ce qui concerne *A. atlantica* var. *maroccana* on note la quasi-absence de thuyone et d'isothuyone. Les constituants principaux sont l' α -pinène, le camphre et le bornéol. Le β -pinène et le cinéol sont également présents mais en faibles proportions.



En ce qui concerne *A. negrii*, les deux constituants principaux sont le cinéol et le camphre. On a pu également identifier le bornéol et le terpinéol ainsi que le β -pinène, ce dernier se trouvant en très faibles proportions. En outre l'existence du composé de coloration rouge mis en évidence par chromatographie sur couches minces par le réactif à l'anisaldéhyde a pu être caractérisée dans *A. negrii* et aussi dans *A. atlantica* var. *maroccana*. Il ne représente qu'une faible portion des composés à volumes de rétention élevés (T° de sortie dans les conditions opératoires: 190°C). Il est surtout abondant dans l'huile essentielle de tiges.

Sur la figure 6 les chromatogrammes obtenus pour les tiges et les capitules d'*A. flahaultii* récoltés sur le versant N du Jebel Bou Naceur montrent que les deux huiles essentielles contiennent avant tout des fractions lourdes; le constituant principal se trouve être le composé repéré en chromatographie sur couche mince (révélation: anisaldéhyde). Un peu de thuyone est aussi présente en faible proportion.

Dans les échantillons récoltés au versant sud du même Jebel (fig. 7), les sesquiterpènes précédents sont encore présents mais en proportions plus faibles; les fractions légères se retrouvent à peu près identiques. Par contre, un autre constituant terpénique fortement majoritaire s'observe aux environs de 165° ; ce constituant qui est à peine visible dans les échantillons du versant N n'a pas encore non plus pu être identifié.

Toutes les autres conditions (de végétaux, de substrats, de pente et d'exploitation) étant identiques, cette différence de constitution des huiles essentielles doit être mise en lien avec les différences microclimatiques des deux stations. Une telle constatation souligne à la fois la sensibilité des taxons à la microécologie et les précautions à prendre lors de la récolte d'échantillons en vue de leur analyse chimiotaxinomique; peut-être permettent-elles également d'envisager l'existence de races ou de types chimiques, ce qui devra être vérifié ultérieurement.

En résumé ce bref aperçu sur les constituants des huiles essentielles présentes chez les cinq endémique étudiées met en évidence leur spécificité chimique.

Au plan général et par rapport aux données de la bibliographie actuelle, cette recherche apporte la conviction que les α - et β - pinènes sont présents dans les armoises du Maroc, que l'isothuyone et la thuyone peuvent coexister en grande abondance dans le même végétal et surtout que d'abondants sesquiterpènes, dont la nature reste encore à préciser, constituent le constituant majoritaire d'*A. flahaultii*. Il semble que ces constituants aient été mis en évidence ici pour la première fois.

Au plan spécifique, chaque taxon est bien particulier.

A. flahaultii ne renfermant pas de produits volatils mais seulement des sesquiterpènes se classe nettement à part des autres.

A. mesatlantica et *A. ifranensis* se séparent par leur abondance en thuyone et isothuyone et parce qu'elles contiennent un peu de camphre à côté d'une petite quantité de bornéol; en outre *A. ifranensis* contient l'isothuyone alors que *A. mesatlantica* n'en renferme pas, et celle-ci est assez riche en sesquiterpène (ce qui l'allierait à *A. flahaultii*) au contraire de la première.

A. atlantica var. *maroccana* et *A. negrii* se rapprochent au contraire par leur pauvreté en thuyone et isothuyone, leur richesse en cinéol et bornéol d'une part, α - et β -pinène d'autre part, tous caractères qui les distinguent des deux autres groupes; cependant la présence de la fraction sesquiterpénique reconnue chez *A. flahaultii* peut constituer un lien de parenté avec celle-ci. En outre, ces deux taxons diffèrent nettement l'un de l'autre par leurs teneurs respectives en cinéol et bornéol qui paraissent antinomiques l'un de l'autre.

Dans les cinq armoises étudiées, trois groupes apparaissent donc: l'un à sesquiterpènes dominants l'autre à thuyone et isothuyone dominants et le troisième à bornéol, cinéol, pinènes dominants. Ces trois groupes s'ordonnent suivant la figure 8 en fonction de l'altitude (donc du froid) et des étages de végétation. Cet étagement semble assez correspondre avec ce qu'on connaît de la répartition des principales espèces étudiées par BANTHORPE (*l. c.*), les thuyone et isothuyone semblent dominantes chez les plantes

planitiaires et juxtamaritimes, le camphre et le cinéol surtout chez les espèces de pays plus froids.

Bien sûr, il est infiniment trop tôt pour tenter de tirer la moindre conclusion de cette constatation tant sur le plan biogéographique, que sur le plan phylogénétique mais on peut déjà, d'une part, avancer l'hypothèse que ces trois groupes pourraient correspondre à trois souches particulières (certes affines les unes des autres par l'intermédiaire des

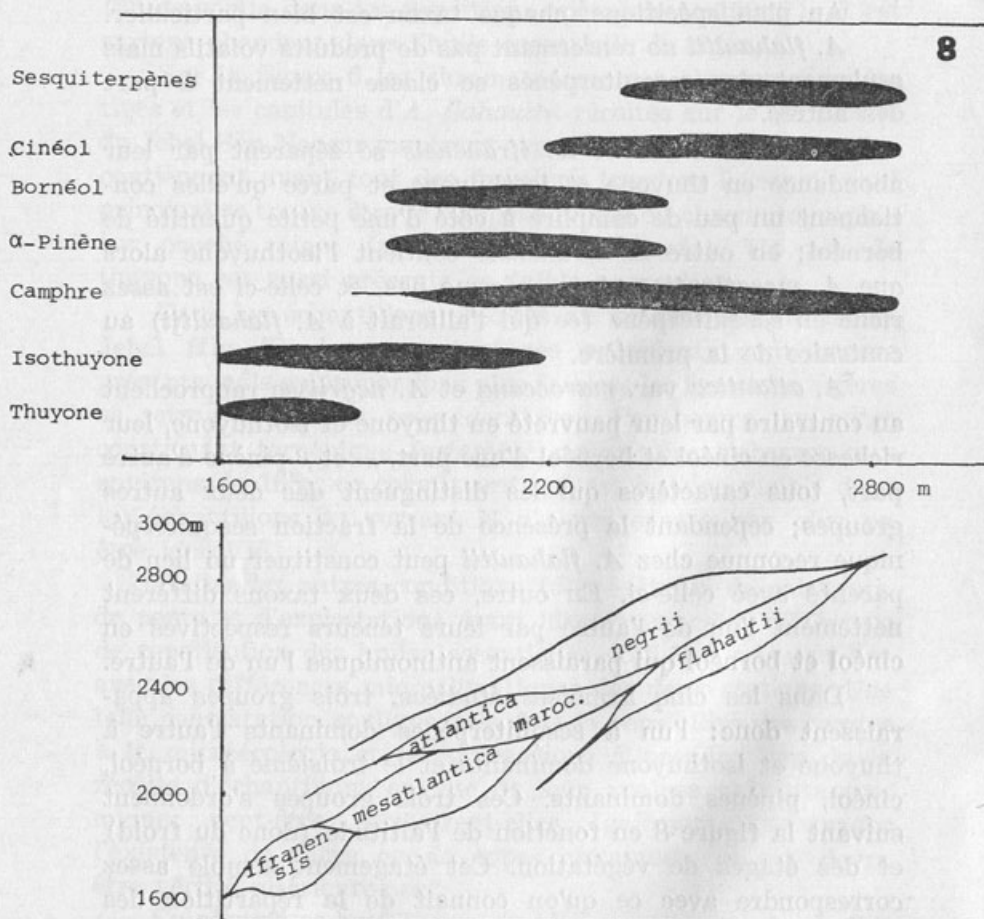


Fig. 8. — Répartition des taxons et des constituants des huiles essentielles en fonction de l'altitude.

sesquiterpènes mais néanmoins bien distinctes), d'autre part, confirmer la validité au plan spécifique, des deux endémiques *A. mesatlantica* et *A. negrii* que d'aucuns pourraient contester au vu de leurs caractères phénologiques d'ensemble. Enfin au plan de l'autoécologie, il n'est pas sans intérêt de constater que des conditions de milieu très différentes entraînent une modification sensible du spectre.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- BANTHORPE, D. V., BAXCUDALE, D., GATFORD, C. et WILLIAMS, S. R.
1971 Monoterpens of some *Artemisia* and *Tanacetum* species grown in England. *Planta medica*, 20, p. 147.
- FENARDJI, F., KLUR, M., FOURLON, C. et FERRAND, R.
1974 Contribution à l'étude de l'armoise blanche (*Artemisia Herba-alba* Asso). *Rev. elev. médi. vét. pays trop.*, 27 (2), p. 203-206.
- GEISMAN, T. A. et IRWIN, M. A.
1970 Chemical contribution to taxonomy and phylogeny in the genus *Artemisia*. *Pure appl. Chem.*, G. B., 21 (2), p. 167-180.
1974 Chemical constitution and botanical affinity in *Artemisia*. *Nobel Symp.*, Sweden, 25, p. 135-143.
- GUERIB, A., BELARBI, F. et GAST, M.
1967 Recherche et dosage de l'essence et de la santonine dans *Artemisia judaica* subsp. *sahariensis* (Chev.). *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 58 (3/4), p. 67-72.
- HALLIGAN, J. P.
1975 Toxic terpenes from *Artemisia californica*. *Ecology*, 56, p. 999-1003.
- STAHL, E.
1975 Analyse chromatographique et microscopique des drogues. Entreprise Moderne d'Édition, Paris.

... d'histoire naturelle de l'Afrique...
 ... par son ouvrage...
 ... en ce qui concerne l'histoire naturelle...
 ... d'histoire naturelle de l'Afrique...
 ... par son ouvrage...
 ... en ce qui concerne l'histoire naturelle...
 ... d'histoire naturelle de l'Afrique...

INDEX DE L'OUVRAGE

- 1897. Histoire naturelle de l'Afrique... par G. M. S.
- 1898. Histoire naturelle de l'Afrique... par G. M. S.
- 1899. Histoire naturelle de l'Afrique... par G. M. S.
- 1900. Histoire naturelle de l'Afrique... par G. M. S.
- 1901. Histoire naturelle de l'Afrique... par G. M. S.
- 1902. Histoire naturelle de l'Afrique... par G. M. S.
- 1903. Histoire naturelle de l'Afrique... par G. M. S.
- 1904. Histoire naturelle de l'Afrique... par G. M. S.
- 1905. Histoire naturelle de l'Afrique... par G. M. S.
- 1906. Histoire naturelle de l'Afrique... par G. M. S.
- 1907. Histoire naturelle de l'Afrique... par G. M. S.
- 1908. Histoire naturelle de l'Afrique... par G. M. S.
- 1909. Histoire naturelle de l'Afrique... par G. M. S.
- 1910. Histoire naturelle de l'Afrique... par G. M. S.
- 1911. Histoire naturelle de l'Afrique... par G. M. S.
- 1912. Histoire naturelle de l'Afrique... par G. M. S.

... d'histoire naturelle de l'Afrique...
 ... par son ouvrage...
 ... en ce qui concerne l'histoire naturelle...
 ... d'histoire naturelle de l'Afrique...
 ... par son ouvrage...
 ... en ce qui concerne l'histoire naturelle...
 ... d'histoire naturelle de l'Afrique...
 ... par son ouvrage...
 ... en ce qui concerne l'histoire naturelle...
 ... d'histoire naturelle de l'Afrique...
 ... par son ouvrage...
 ... en ce qui concerne l'histoire naturelle...
 ... d'histoire naturelle de l'Afrique...

KARYOMORPHOLOGICAL STUDIES ON MERISTEMATIC CELLS IN *SPIRANTHES SINENSIS*

SACHIYE HIRAHARA¹, RYUSO TANAKA²
and KYOKO (KAWAMURA) MAEDA²

SUMMARY

Observations of the morphology of chromatin in each meristematic cell were made from the root tip of *Spiranthes sinensis*, $2n = 30$. The nucleus of each cell cycle showed characteristic features of the chromatin.

1. It was found that the interphase nuclei can be grouped into types according to size and shape of chromatin, i. e., diffused to granular, dark condensed chromatin blocks to faint ones, and round to rod-shaped blocks.
2. Some of the dark condensed chromatin blocks appeared to encircle the nucleolus.
3. At prophase the chromatin tends to take shape as mitotic chromosomes, showing euchromatic segments in the distal region and heterochromatic segments in the proximal region. The dark condensed blocks later become the heterochromatic segments. Thus, these blocks can be said to be the prochromosomes.

¹ Hiroshima Jogakuin College, Ushita-Higashi, Hiroshima, 730, Japan.

² Botanical Institute, Faculty of Science, Hiroshima University, Hiroshima, 730, Japan.

INTRODUCTION

THE somatic chromosomes in *Spiranthes sinensis* are observed to form rod-shaped condensed blocks in the resting nuclei of velamen cells in root tips. From such shape it has been observed that it is of the prochromosomal type nucleus (TANAKA 1971). Some of the prochromosomes were found to convert into diffused chromatin accompanied by the speciating change in this species (TANAKA 1969a). In a study on the synthesis of DNA it was found that the chromosomal blocks were of the early replicating type (TANAKA 1965). Therefore, to study the morphological changes of the chromosomes which take place during the somatic cell cycle is of interest.

One of the authors, HIRAHARA (1979) has differentiated the resting nuclei in each tissue throughout the organs, and a karyomorphological study has been reported. As a result, the resting nuclei can be divided into various types, each tissue possessing its own typical nucleus. However, studies on the mitotic cells of the meristematic cells have not yet been made. Thus, karyomorphological observations on the mitotic cell cycle of the somatic cells will be reported.

MATERIAL AND METHOD

The clones of *Spiranthes sinensis* were collected from Hatsukaichi, Saeki-gun, Hiroshima Prefecture. The karyotype of these clones is $2n = 30 = 20h + 8he + 2e$ (TANAKA 1969a, 1969b).

Somatic chromosomes were observed in the meristematic cells of root tips. The root tips were first fixed in 45% acetic acid at 15 C for 10 min and macerated in a mixture of 45% acetic acid and 1 N HCl (1:2) at 60 C for 20 sec, and then squashed in 1% aceto-orcein.

OBSERVATIONS

Observations were made on various stages in the meristematic region and the results are described as follows:

1. Interphase stage

The chromatin in the interphase nuclei appeared as strongly condensed blocks in many nuclei and in some nuclei as rod-shaped to crescent blocks, which are lightly stained only at the edges in the large blocks but the entire chromatin blocks were lightly stained in the small condensed ones. Besides these condensed chromatin blocks, faint, diffused and granular chromatin to slender fiber-like chromatin could be observed (Fig. 1).

The shape of the chromatin blocks differed depending on the nucleus. In some nuclei, all or parts of the chromatin were diffused. In these nuclei several granular chromatin blocks appeared forming fiber-like structures with edges being irregular or rough, whereas, in others not entirely but partially condensed. In such nuclei a layer of granular chromatin could be seen attached to the nucleoli which enables one to easily locate the nucleoli. The size of these nuclei was comparatively small (Fig. 1 A-C, L).

In another interphase nuclei, a few strongly condensed chromatin blocks ranging from 6 to 12 in number could be seen. Other condensed blocks could also be seen but appeared faint. In these nuclei faint condensed blocks ranging from 8 to 10 in number appeared surrounding the nucleoli (Fig. 1 D-H).

Strongly condensed chromatin blocks with edges being quite irregular could be seen in some nuclei (Fig. 1 I). There were more than 20 strongly condensed blocks per nucleus. In this type of interphase nucleus the nucleoli were very indistinct. However, from the circular arrangement of some of the irregular chromatin blocks the nucleoli could be easily located. Such nuclei appeared to be the largest in size.

In another interphase nuclei the condensed chromatin blocks were round to rod-shaped (Fig. 1 J). The chromatin blocks had enlarged and edges were smooth. Some of these condensed chromatin blocks were arranged in a circular form which appeared as if the nucleolus was located within, but, distinction could not be made. There were approximately

30 chromatin blocks, which is equivalent to the number of somatic chromosomes.

Another interphase type had strongly condensed chromatin blocks of round to rod-shaped (Fig. 1 K). These chromatin blocks morphologically appeared as prochromosomes. There were about 30 such blocks measuring $1\ \mu\text{m}$ to $3\ \mu\text{m}$ in diameter. Faintly stained granular chromatin were diffused throughout these nuclei. In some nuclei the round to rod-shaped chromatin blocks appeared to form a ring. Within the round rings it was more translucent and clear compared to the other parts of the nucleus.

From these observations it was revealed that the nuclei can be grouped according to the shape and size of the chromatin. As shown in Fig. 1 A-C and L, granular chromatin blocks could be seen throughout the nuclei with a layer of granular chromatin around the nucleoli. The size of such nuclei is somewhat small, i. e., about $20\ \mu\text{m}$ in diameter. These nuclei gradually showed strongly condensed chromatin blocks of irregular shape. In such nuclei a few round chromatin blocks appeared as if attached to the nucleoli as in Fig. 1 D-H. Eventually, the partially condensed chromatin blocks appeared larger and other parts within the nucleus somewhat more granular as shown in Fig. 1 I-K. The size of the nuclei as well as the nucleoli appeared larger than those observed in other cells mentioned above.

2. Resting stage in differentiated cells

In a few parts of the meristematic region several enlarged or elongated cells were observed. The cells were regarded as the differentiated cells at resting stage. In these cells a distinct layer of chromatin with the edges quite irregular could be seen around the nucleoli (Fig. 2 A, B). Chromatin within the nuclei were also irregular in form, although in some nuclei the chromatin formed round or rod-shaped blocks with rough surface.

In comparatively larger cells, the nucleoli were observed to be also quite enlarged (Fig. 2 C, D). Around these nucleoli a layer of chromatin surrounded the nucleoli, which made

the nucleoli distinct. In these nuclei the chromatin were round and condensed with various size. Granular chromatin were diffused throughout the nucleus. In some nuclei the location of the nucleoli was faint and as the condensed chromatin blocks became very distinct the nucleoli could no longer be seen (Fig. 2 E, F). This type of nucleus with both small and large condensed round or rod-shaped chromatin blocks distributed throughout the nucleus correspond to Type A, which was observed from the resting nuclei by one of the authors (HIRAHARA, 1979).

3. Mitotic stage

As already reported by TANAKA (1969a, 1969b), the standard karyotype of *Spiranthes sinensis* is $2n=30=20h + 8he + 2e$ and the deheterochromatinization is found in the prophase chromosomes. Twenty chromosomes were heterochromatic while 8 had a small heterochromatic segment in the proximal region and a large euchromatic segment in the distal region of the long arm, while the short arm was euchromatic and relatively long. The remaining 2 chromosomes were euchromatic. This observation is shown in Fig. 3.

In the chromosomes from middle prophase to metaphase the chromosomes were counted to be $2n = 30$, which confirmed the previous reports (cf. TANAKA and KAMEMOTO, 1974). The primary constrictions in the mitotic chromosomes were quite distinguishable and the location of heterochromatic regions could be observed (Fig. 3 A-C). Some segments at the distal region were still slightly extended and faintly stained showing euchromatic regions at late prophase. At anaphase to telophase the euchromatic regions were extended, while the heterochromatic regions remained condensed (Fig. 3 D-F).

Morphological changes of chromosomes in the mitotic cycle of *Spiranthes sinensis* can be summarized as follows: Two daughter nuclei appeared as pairs within two daughter cells at early interphase (Fig. 4 A). The size of each nucleus was about $15 \mu\text{m}$. One or two small round nucleoli could be seen within the nucleus. Around the periphery of the

round nucleoli a few irregular projections of dark stained chromatin blocks were attached to the nucleoli, which enabled one to easily locate the nucleolus. Within the nucleus partially condensed chromatin threads, which were made up from small granules, spread in a network pattern. Besides these threads, light fiber-like strands and small granules were diffused throughout the nucleus (Fig. 4 B).

In some nuclei large condensed chromatin blocks of irregular shape with edges quite indistinct could be seen. In these nuclei either faint condensed blocks or strongly condensed chromatin blocks appeared surrounding the nucleolus. Faint granular chromatin was diffused throughout the nucleus (Fig. 4 C, D). Next, the condensed chromatin blocks became round or rod-shaped. The chromatin blocks were enlarged and edges were smooth. Some of these condensed chromatin blocks were arranged in a circular form which appeared as if the nucleolus was located within. There were approximately 30 chromatin blocks, which is equivalent to the number of somatic chromosomes (Fig. 4 E).

At prophase the condensed blocks extended gradually and changed into slender threads becoming progressively more clearly visible as chromosomes, but among the dark stained chromosomes some were faintly stained (Fig. 4 F). It has already been reported that at this stage some chromosomes appear euchromatic or partially euchromatic (TANAKA 1969*a*, 1969*b*). In the chromosomes from middle to late prophase the primary constrictions were quite distinguishable and the location of heterochromatic regions could be observed. Some segments at the distal region were still slightly extended and faintly stained showing euchromatic regions (Fig. 4 G).

The chromosomes at mitotic metaphase were located at the equatorial plane of the cell (Fig. 4 H). As already reported by TANAKA (1969*b*) the chromosome number was confirmed to be $2n = 30$. Only one proximal heterochromatic segment occurred within a chromosome. The chromosomes were of relatively small size, the longest being $3.1 \mu\text{m}$.

Anaphase follows metaphase in the mitotic cycle. The centromeres divided so that each chromatid had its own

centromere (Fig. 4 I). They then moved apart from each other to initiate a slow movement that would take sister chromatids to the opposite pole. The daughter chromosomes reached almost simultaneously to the pole by their own centromere at first, then leaving the long arms at the middle part of the spindle to the pole where the daughter chromosomes formed a chromosome complement at the two poles. At early telophase the daughter chromosomes in the condensed state located themselves gradually forming round daughter nucleus (Fig. 4 J). At middle telophase the chromosome diffused to become slender threads again. The diffusion occurred at both ends of the chromosomes. The chromocenters and nucleoli made their appearance at middle telophase. At the equator a new cell wall was formed (Fig. 4 K). Two daughter nuclei took on an interphase character, i. e., densely packed chromatin blocks with diffused chromatin throughout the nucleus (Fig. 4 L).

TANAKA (1965) has shown by autoradiography that in the mitotic cells of *Spiranthes sinensis* the above two nuclei, diffused nuclei and partly condensed nuclei, like in Fig. 4 B and C, respectively, are in the DNA synthetic period. From the observations it can be presumed that the nuclei like in Fig. 4 A, K and L are in the G_1 period and those in Fig. 4 D and E in the G_2 period.

DISCUSSION

A great many observations on the morphological transformation of chromosomes during the somatic cell cycle have been reported since the review of BELAR (1928). These studies are mainly dealt on the mitotic stage and only a few on the morphological transformation of the interphase nuclei. During mitosis, the interphase chromosome transforms morphologically when undergoing DNA synthesis (KUROIWA and TANAKA 1971) and C-bodies, as a form of chromosomes, also transform (KOMATSU and TANAKA 1978). However, generally, in plants and animals the interphase chromosomes undergo a complicated morphological transformation and thus, it is often times difficult to grasp all

the detailed structures (TSCHERMAK-WOESS 1963, LAFONTAINE 1974).

Since the material used in the present study, *Spiranthes sinensis*, takes a prochromosomal type form of interphase (TANAKA 1969a, 1971), it is comparatively easy to trace the interphase chromosomes. As a result, at interphase almost the entire prochromosomes transform into a diffused type and this finding coincides with the observations on the DNA synthesized nuclei reported by TANAKA (1965). From the observations that a portion of the prochromosome surrounds the nucleolus, it can be said that several chromosomes take part in the formation and function of the nucleolus by encircling it.

On the other hand, during interphase, prochromosomes undergo an extreme morphological change, in other words, become diffused, granular, condensed, round, rod-shaped or fiber-like in structure. Furthermore, in each of the forms the surface appeared either smooth or irregular. The morphological change in the prochromosomes appear to be influenced by the physiological conditions of the cell. Further study is needed to elucidate this observation.

LITERATURE CITED

- BELAR, K.
1928 *Die cytologischen Grundlagen der Vererbung*. In, *Handbuch der Vererbungswissenschaft* 1. (ed. BAUER and KURTMANN). Gebrüder Borntraeger, Berlin. 412 pp.
- HIRAHARA, S.
1979 Karyomorphological studies on somatic tissues in *Spiranthes sinensis*. *J. Sci. Hiroshima Univ. Ser. B, Div. 2*, 17: 9-49.
- KOMATSU, H. and TANAKA, R.
1978 Morphological changes of C-bodies in the mitotic cycle of *Crepis vesicaria* ssp. *taraxacifolia*. *Proceedings of the Japan Academy*, Ser. B, 54: 228-233.
- KUROIWA, T. and TANAKA, N.
1971 Asynchronous dispersion of chromosomes from telophase to G₁ period as revealed by electron microscopic autoradiography. *Exp. Cell Res.* 65: 177-185.
- LAFONTAINE, J. G.
1974 *Ultrastructural Organization of Plant Cell Nuclei*. In, *The Cell Nucleus* 1 (ed. BUSCH, H.). Academic Press, New York and London. 149-185.

TANAKA, R.

1965 H³-thymidine autoradiographic studies on the heteropycnosis, heterochromatin and euchromatin in *Spiranthes sinensis*. *Bot. Mag. Tokyo* 78: 50-62.

1969a Speciation and karyotypes in *Spiranthes sinensis*. *J. Sci. Hiroshima Univ. Ser. B, Div. 2*, 12: 165-197.

1969b Deheterochromatinization of the chromosomes in *Spiranthes sinensis*. *Japan J. Genetics* 44: 291-296.

1971 Types of resting nuclei in Orchidaceae. *Bot. Mag. Tokyo* 84: 118-122.

TANAKA, R. and KAMEMOTO, H.

1974 List of Chromosome Numbers in Species of the Orchidaceae. In *The Orchids: Scientific Studies* (ed. WITHNER, C. L.). John Wiley & Sons, Inc., New York. 411-483.

TSCHERMAK-WOESS, E.

1963. Strukturtypen der Ruhekerne von Pflanzen und Tieren. *Protoplasmatologia* V. Springer-Verlag, Wien. 158 pp.

Fig. 1. Photomicrographs showing variation in the morphology of the chromosomes at the meristematic stage observed in the meristematic region. Bar indicates 10 μ m.

TABLE 1. Occurrence of *Microspora* spp. in *Spizella* species. The table shows the number of birds examined and the number of birds in which the parasite was found. The number of oocysts per bird is also given. The species are listed in alphabetical order.

Species	Number of birds examined	Number of birds infected	Number of oocysts per bird
<i>Spizella monticola</i>	10	8	1-15
<i>Spizella breweri</i>	12	10	1-20
<i>Spizella socialis</i>	15	12	1-30
<i>Spizella monticola</i>	18	15	1-40
<i>Spizella breweri</i>	20	18	1-50
<i>Spizella socialis</i>	25	22	1-60
<i>Spizella monticola</i>	30	28	1-70
<i>Spizella breweri</i>	35	32	1-80
<i>Spizella socialis</i>	40	38	1-90
<i>Spizella monticola</i>	45	42	1-100
<i>Spizella breweri</i>	50	48	1-110
<i>Spizella socialis</i>	55	52	1-120
<i>Spizella monticola</i>	60	58	1-130
<i>Spizella breweri</i>	65	62	1-140
<i>Spizella socialis</i>	70	68	1-150
<i>Spizella monticola</i>	75	72	1-160
<i>Spizella breweri</i>	80	78	1-170
<i>Spizella socialis</i>	85	82	1-180
<i>Spizella monticola</i>	90	88	1-190
<i>Spizella breweri</i>	95	92	1-200
<i>Spizella socialis</i>	100	98	1-210

The following text discusses the prevalence of *Microspora* spp. in *Spizella* species. It notes that the parasite was found in all species examined, with the highest prevalence in *Spizella monticola*. The text also mentions that the number of oocysts per bird varied from 1 to 210. The authors conclude that *Microspora* spp. are common parasites of *Spizella* species.

The following text discusses the prevalence of *Microspora* spp. in *Spizella* species. It notes that the parasite was found in all species examined, with the highest prevalence in *Spizella monticola*. The text also mentions that the number of oocysts per bird varied from 1 to 210. The authors conclude that *Microspora* spp. are common parasites of *Spizella* species.

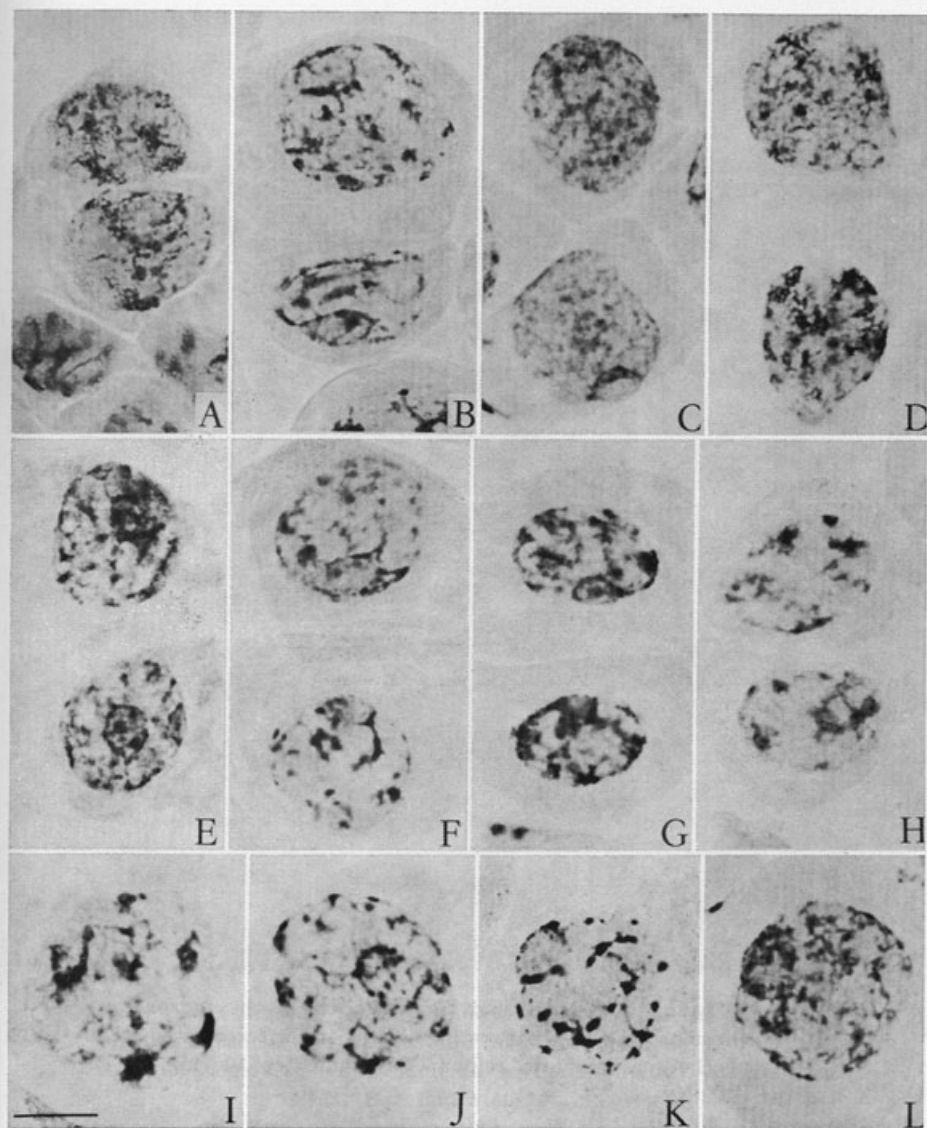


Fig. 1. — Photomicrographs showing variation in the morphology of the chromosomes at the interphase stage observed in the meristematic region. Bar indicates 10 μ m.



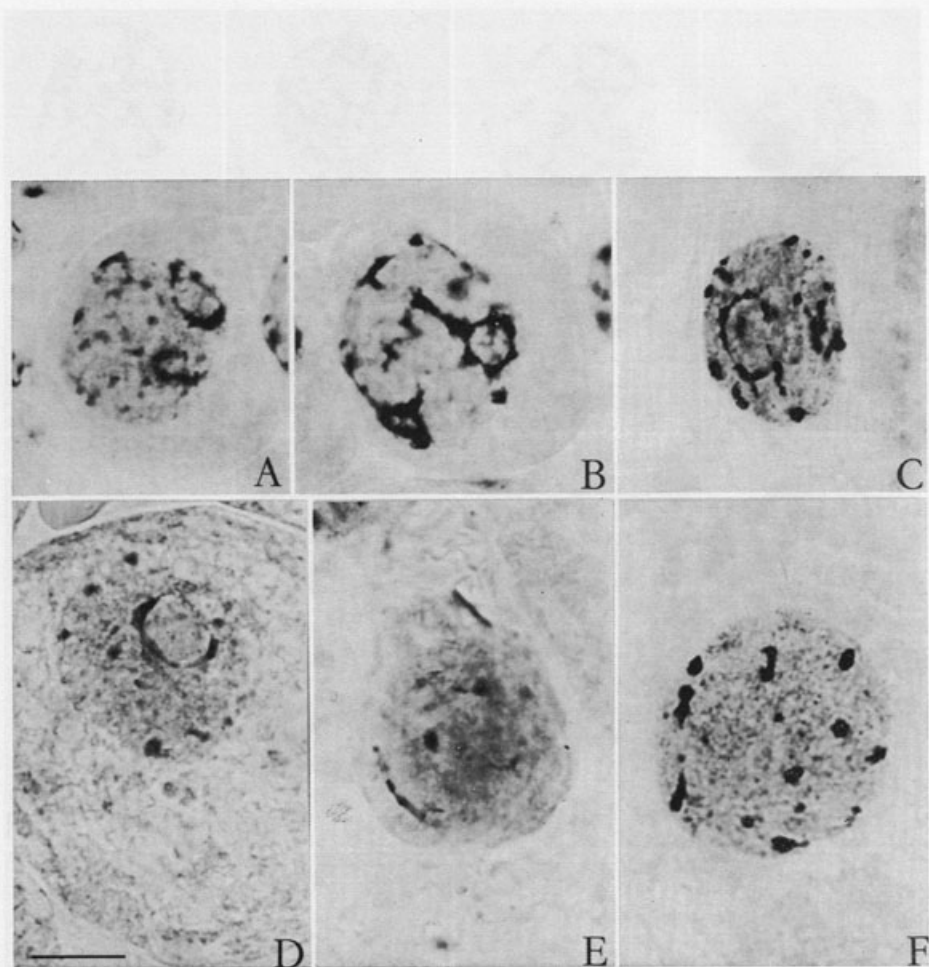


Fig. 2.—Photomicrographs showing variation in the morphology of the chromosomes at the resting stage in differentiated cells of the meristematic region. Bar indicates 10 μ m.

Fig. 1.—Photomicrographs showing variation in the morphology of the chromosomes at the interphase stage observed in the meristematic region. Bar indicates 10 μ m.



BINUCLEATE CELL FORMATION

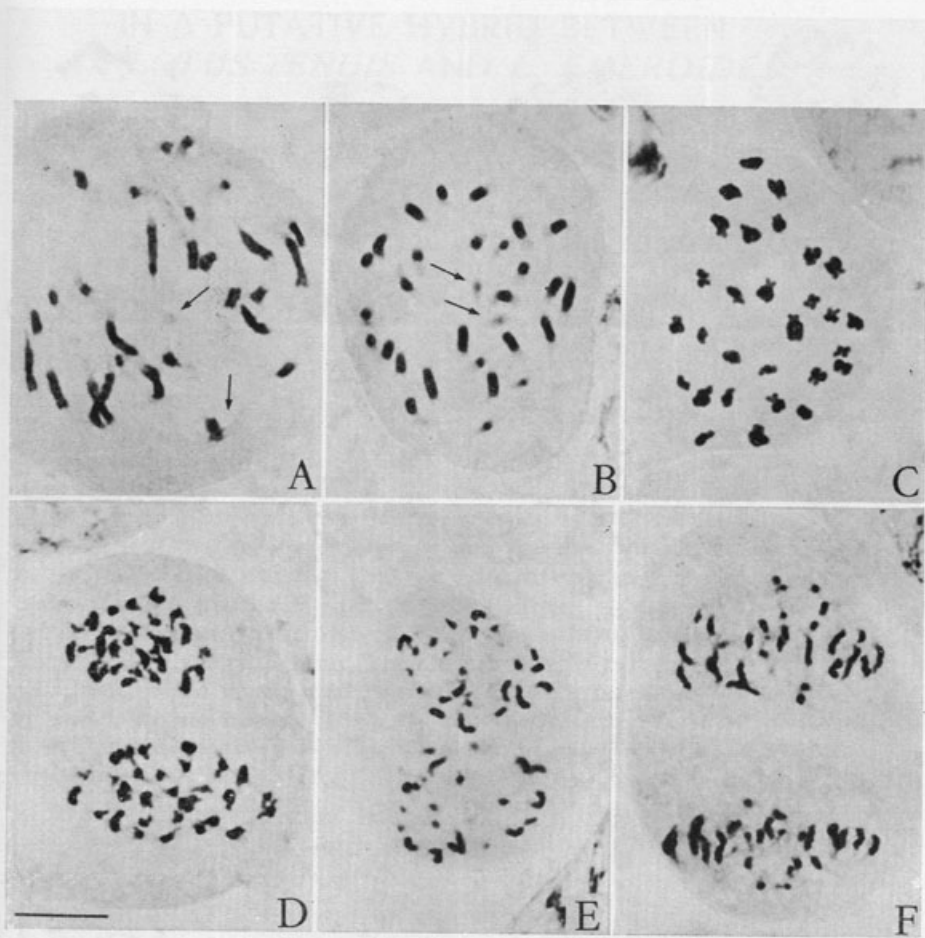


Fig. 3.—Photomicrographs showing variation in the morphology of the chromosomes at the mitotic stage observed in the meristematic region. Arrows indicate *e* (euchromatic) chromosomes. Bar indicates 10 μ m.



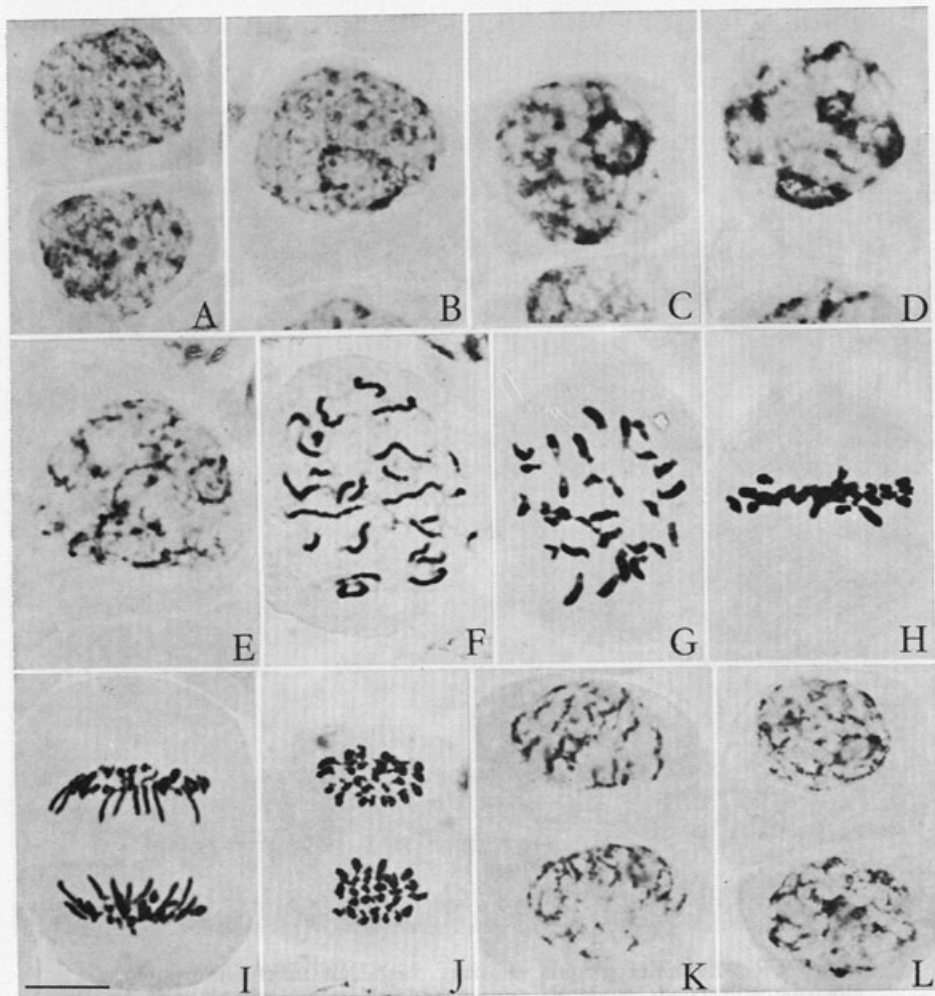


Fig. 4. — Photomicrographs showing variation in the morphology of the chromosomes in the mitotic cycle observed in the meristematic region. A, K, L are presumed to be in G₁ period, B, C in the DNA synthetic period, and D, E in the G₂ period.

Bar indicates 10 μ m.

BINUCLEATE CELL FORMATION IN A PUTATIVE HYBRID BETWEEN 4X *LOTUS TENUIS* AND *L. EMEROIDES*

L. P. VEZINA, M. C. THERRIEN and W. F. GRANT

Genetics Laboratory, Macdonald Campus of McGill University, Ste. Anne
de Bellevue, Quebec, Canada H9X 1C0

ABSTRACT

Interspecific hybridization was attempted between two widely diverse species of *Lotus* having different basic chromosome numbers, namely a synthetic autotetraploid form of *L. tenuis* Waldst. et Kit. ($2n = 4x = 24$) of the *Eulotus* group and the more primitive species *L. emeroides* R. P. Murphy ($2n = 4x = 28$) of the section *Endolotus*. *Lotus tenuis* served as the female parent. Three pods were obtained out of 128 cross-pollinated florets. Ten viable embryos were recovered, transferred to embryo culture, but did not develop further. Binucleate cells, the first to be reported in the genus, were repeatedly observed in the embryonic tissues. While the two species are quite dissimilar, it is considered that a viable hybrid might be obtained with modified techniques.

INTRODUCTION

INTERSPECIFIC crosses between two species of the same genus have been attempted and successfully implemented in other legumes; the purpose of which has been mainly to study species interrelationships and to attempt a transfer of germplasm from one species to another for characters which may be of economic value (QUESENBERRY and TAYLOR, 1978; MOK *et al.*, 1978).

In the genus *Lotus* a number of studies have been undertaken between different species for cytotaxonomic evaluations of the species and for studying the genetics of

the interspecific hybrids (DE NETTANCOURT and GRANT, 1963; SOMAROO and GRANT, 1971). GRANT *et al.* (1962) successfully hybridized three diploid species ($2n=2x=12$) closely related to the tetraploid species *Lotus corniculatus* L. ($2n=2x=24$) which is a commercial forage legume. SOMAROO and GRANT (1971) hybridized seven species of *Lotus* which were diploid ($2n=2x=12$), as well as 67 combinations of amphidiploid and autopoloid derivatives of those seven diploids (SOMAROO and GRANT, 1972) all of which were on the tetraploid level ($2n=4x=24$). The latter tetraploid taxa were hybridized in combination with *L. corniculatus* in an attempt to establish interspecific relationships between the species which are closely related to *L. corniculatus*. A similar study was carried out on a lesser scale by CHEN (1968) where a diploid ($2n=12$) and a tetraploid ($2n=24$) form of *Lotus pedunculatus* L. were hybridized and a triploid ($2n=3x=18$) hybrid was successfully produced.

In these studies species closely related to *L. corniculatus*, all of which have a basic chromosome number of $x=6$, were used. This study attempted to hybridize two species of the genus *Lotus* with different basic chromosome numbers and, hence, of more diverse phylogenetic origin. *Lotus tenuis* Waldst. et Kit. has a basic chromosome number of $x=6$ and belongs to the Eulotus group, and *Lotus emeroides* R. B. Murray has a basic chromosome number of $x=7$ and belongs to the Endolotus group. Autotetraploids of *L. tenuis* ($2n=4x=24$) have been produced through colchicine treatment, whereas *L. emeroides* ($2n=4x=28$) is a natural tetraploid.

MATERIAL AND METHODS

The species used in this study were 1) a synthetic autotetraploid form of *Lotus tenuis* ($2n=4x=24$) obtained from the Plant Introduction Station, Geneva, New York, and 2) *Lotus emeroides* (*L. borzii* Pitard), originating from Gran Canaria, Teneriffe, Spain, which is a natural tetraploid form with a chromosome complement of $2n=4x=28$ (LARSEN, 1958).

In our study we arbitrarily used *L. emeroides* as the male parent, and *L. tenuis* as the female. Single plants of *L. emeroides* and *L. tenuis* were grown simultaneously in the greenhouse with a photoperiod of 18 h and a temperature of 12° to 25° C. Crosses were carried out when both species were in full bloom.

Florets of *L. tenuis* were emasculated using the technique of GRANT *et al.* (1962) with the following modifications: a slit was made vertically along the entire length of the keel to expose all anthers, and anthers were removed with an air-suction device; pollination with pollen from *L. emeroides* was conducted immediately after emasculatation of the *L. tenuis* plants. A total of 128 florets were emasculated on three separate occasions (48, 46, and 34 florets, respectively). As controls, a total of approximately 300 florets were tagged and left unpollinated; pollinated florets were tagged with colored tape as a means of identification. In addition, reciprocal crosses between *L. tenuis* plants and also between *L. emeroides* plants were made on ten florets per species.

Nineteen days after fertilization from the first set of pollinations, one abortive pod was fixed in modified Carnoy's fixative (3:2:1 95% ethanol: chloroform: glacial acetic acid) and stained using the Feulgen technique. The pod was then placed in 5% pectinase for 2 h, after which five embryos were dissected, macerated, squashed in 45% aqueous acetic acid and examined under a microscope. A second non-abortive pod was removed 22 days after pollination, viable embryos were dissected and cultured using the embryo-culture technique of MURISHIGE and SKOOG (MS1) (1962). After three weeks, two embryos were found to be viable and were in turn transferred to a modified version of MS1 medium, which entailed the addition of 5 ppm kinetin and 0.2 ppm naphthalene acetic acid (NAA) to induce root formation. A third pod was obtained from the third cycle of pollination. One viable embryo was dissected and cultured in modified MS1 medium.

Ten embryos were obtained from five pods in the *L. tenuis* × *L. tenuis* crosses and 12 embryos were obtained from

four pods in the crosses of *L. emeroides* × *L. emeroides*. Embryos from both crosses were fixed and stained in the same manner as previously described.

RESULTS AND DISCUSSION

Table I indicates the number of pods obtained from the crosses between *L. tenuis* and *L. emeroides*; no pods were produced on unpollinated florets indicating the self-incompatible nature of $4x$ *L. tenuis*, as been noted previously (BUBAR, 1958; DE NETTANCOURT, 1963).

SOMAROO and GRANT (1972a) found pod set to vary widely in crosses of a number of synthetic amphidiploids related to *L. tenuis* and *L. corniculatus*. They found pod set to range from 6.25% for (*L. filicaulis* × *L. schoelleri*)² × *L. corniculatus* to 85.15% for (*L. japonicus* × *L. alpinus*)² × *L. corniculatus*. Our results of 2.3% for *L. tenuis* × *L. emeroides* falls outside the lowest value of this range, owing largely to the cytological and genetic diversity of these two species.

From an examination of embryonic tissue, no actively dividing cells were found; therefore a chromosome count of the embryo was not possible. We found that our cultured embryos showed either no growth or extensive necrosis. This is in sharp contrast to the fairly high success rate obtained by SOMAROO and GRANT (1971) in culturing hybrid embryos from a number of hybrid crosses having *L. tenuis* as one parent.

Figure 1 shows a binucleate condition found in some cells of all the embryos examined. On crossing *L. tenuis* with *L. tenuis* the embryos obtained did not show such a binucleate condition; the same was found for the cross between *L. emeroides* × *L. emeroides*; this suggests that the binucleate cell condition arose as a result of the unstable chromosome complements arising in the putative hybrids.

The binucleate condition has never been reported in *Lotus*. This is indicative that the species *L. emeroides* and *L. tenuis* are quite dissimilar and that a viable hybrid between these two species may be difficult to obtain. Such

crosses should be further attempted in order to be able to successfully transfer desirable characters from widely diverse species in the genus.

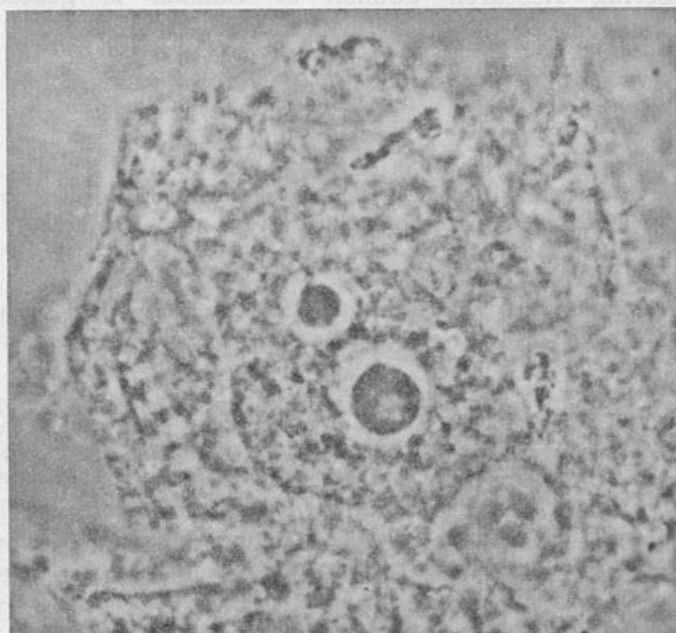


Fig. 1. — Binucleate cell in hybrid between $4x$ *Lotus tenuis* and *L. emeroides*. Nuclei are not in the same plane of focus.

TABLE I

Production of pods from cross-pollination with
L. tenuis × *L. emeroides*

No. of trials	No. of florets	No. of pods produced
(unpollinated)		
1	300	0
(pollinated)		
1	48	2
2	46	0
3	34	1

ACKNOWLEDGEMENT

The financial assistance of the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada is gratefully acknowledged.

REFERENCES

- BUBAR, J. S.
1958 An association between variability in ovule development within ovaries and self-incompatibility in *Lotus* (Leguminosae). *Can. J. Bot.* **36**: 65-72.
- CHEN, C. C. and GRANT, W. F.
1968 Morphological and cytological identification of the primary trisomics of *Lotus pedunculatus* (Leguminosae). *Can. J. Genet. Cytol.* **10**: 161-179.
- DE NETTANCOURT, D. and GRANT, W. F.
1963 The cytogenetics of *Lotus* (Leguminosae). II. A diploid interspecific hybrid between *L. tenuis* and *L. filicaulis*. *Can. J. Genet. Cytol.* **5**: 338-347.
- GRANT, W. F.; BULLEN, M. R. and DE NETTANCOURT, D.
1962 The cytogenetics of *Lotus*. I. Embryo-cultured interspecific diploid hybrids closely related to *L. corniculatus* L. *Can. J. Genet. Cytol.* **4**: 105-128.
- MOK, D. W. S., MOK, M. C. and RABAKOARIHANTA, A.
1978 Interspecific hybridization of *Phaseolus vulgaris* with *P. lunata* and *P. acutifolius*. *Theor. Appl. Genet.* **52**: 209-216.
- MURASHIGE, T. and SKOOG, F.
1962 A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* **15**: 473-497.
- QUESENBERRY, K. H. and TAYLOR, N. L.
1978 Interspecific hybridization in *Trifolium* L. section *Trifolium* Zoh. III. Partially fertile hybrids of *T. sarosense* Hazsl. \times $4x$ *T. alpestre* L. *Crop Sci.* **18**: 536-540.
- SOMAROO, B. H. and GRANT, W. F.
1971 Interspecific hybridization between diploid species of *Lotus* (Leguminosae). *Genetica*, **42**: 353-367.
1972a Crossing relationships between synthetic *Lotus* amphidiploids and *L. corniculatus*. *Crop Sci.* **12**: 103-105.
1972b Meiotic chromosome behavior in tetraploid hybrids between synthetic *Lotus* amphidiploids and *L. corniculatus*. *Can. J. Genet. Cytol.* **14**: 57-64.

MEMECYLON FERNANDESIORUM JAC.-FÉL.
ESPÈCE NOUVELLE DE MADAGASCAR

par

H. JACQUES-FÉLIX

Museum national d'Histoire naturelle de Paris

UN *Memecylon* de Madagascar, récolté par H. PERRIER DE LA BÂTHIE, et opportunément nommé *M. pterocarpum* par lui-même, présente cette particularité d'avoir un fruit orné d'ailes méridiennes. C'est probablement en raison d'un caractère aussi singulier pour le genre, qu'un spécimen de cette espèce, recueilli bien antérieurement par A. DUPETIT-THOUARS, dû d'être relégué parmi les *incertae sedis* et de n'être pas étudié par C. NAUDIN, ainsi que le furent les autres espèces rapportées, tant de Madagascar que des Mascareignes, par ce célèbre botaniste explorateur.

Le matériel relatif aux *Memecylon* s'étant considérablement enrichi depuis H. PERRIER, notamment grâce aux vigoureuses prospections du Service forestier de Madagascar, animé par R. CAPURON, il convenait de mieux étudier cette espèce, dont la description est incomplète, afin de vérifier si d'autres caractères sont associés à celui, quelque peu aberrant, du fruit. Malheureusement, il se trouve que les récoltes complémentaires, de même provenance régionale, ne portent également que des infrutescences, de sorte que nous n'en connaissons toujours pas les fleurs. Par contre, un *Memecylon* nouveau, récolté plus au nord, avec des spécimens complets, doit nous permettre de mieux comprendre ce qu'est le *M. pterocarpum*, en raison des affinités étroites entre ces deux espèces.

Memecylon fernandesiorum Jac.-Fél., sp. nov.¹

A *M. pterocarpi*, fructo non alato differt.

Arbuscula; ramis junioribus acute quadrangularibus, vel sursum internodorum alatis. Folia subsessilia, utrinque nitidula; petiolo 1-2 mm longo; anguste elliptico-lanceata, usque $3,5 \times 12-15$ cm; basi rotundata, deinde petiolum subcordata; apice obscure obtuseque acuminata, acumine 1-2 cm longo; nervo mediano supra impresso, infra prominenti; nervis pennatis 14-18 paribus, subperpendicularibus, supra obsolete, infra modice prominentibus; nervis convergentibus obsolete, submarginalibus. Cymae solitariae vel ternatae ad nodos foliatis nuper defoliatisque; sessiles vel stipite robusto, 3 mm longo; simplices, 3(1) floribus sessilibus; bracteis scariosis; bracteolis late ovato-cordatis, 3×3 mm, imbricatis, ad hypanthium applicatis. Flos campanulatus, demum urceolatus ob calycem auctum; lobis calycis membranaceis, limbum aequantibus, truncatis, $2,5 \times 1$ mm, imbricatis; petalis violaceis, $4 \times 4,5$ mm, rhombo-unguiculatis, vel subhastatis, ungui crasso. Stamina basifixia, anthera 2-2,2 mm longa; connectivo basin versus praecipue crasso, subparallelo, basi obtuso, eglanduloso; filamentum 6-7 mm longum. Ovarium 6-8 ovulatum; cavitate epigyna crateriformi, parietalibus valde sulcatis. Stylus 10 mm longus. Fructus globosus, 1,5 cm diameter; corona calycis erecta, 3 mm alta; semine late adherenti. Embryo cotyledonibus foliaceis, convolutis; hypocotyle elongato; radice valde invaginata.

Tab. I.

Madagascar: regione boreo-orientali, in sylvis littoralibus arenosis, circum Sambavam, *Humbert* 24386 (P), 28.XI-3.XII. 1950; *Capuron* SF. 24922 (P; TAN), 20.X.1966; *Capuron* SF. 27698 (holotypus, P; isotypus, TAN), 1-10.IV.1967.

¹ Dédié à ABÍLIO et ROSETTE FERNANDES, dont les beaux travaux ont considérablement amélioré notre connaissance des Melastomataceae d'Afrique.

Quelques caractères communs et distinctifs nous permettent de séparer le *Memecylon fernandesiorum* du *M. pterocarpum*, et de les considérer, l'un et l'autre, comme suffisamment apparentés, et opposés aux autres espèces, pour constituer une petite unité infragénérique, dont nous traiterons ultérieurement dans le cadre d'une étude générale des *Memecyleae* de Madagascar.

Tout d'abord ces deux espèces ont sensiblement même aspect général, par leurs rameaux quadrangulaires-ailés; par leurs feuilles présentant le même type de nervation, et le même type de sclérites filiformes, dont on peut reconnaître l'existence à la déchirure fibreuse des limbes. Cependant, les rameaux sont plus robustes, et les feuilles généralement plus grandes, chez le *M. pterocarpum*.

Avec des fleurs sessiles, immédiatement sous-tendues par une paire de bractéoles, les inflorescences sont également du même type. Toutefois, chez le *M. fernandesiorum*, les cymes sont peu fleuries, principalement situées aux aisselles foliaires et noeuds récemment défeuillés, alors que chez le *M. pterocarpum*, elles sont plus copieuses, et se renouvellent sur les noeuds du vieux bois, en formant d'épais coussinets.

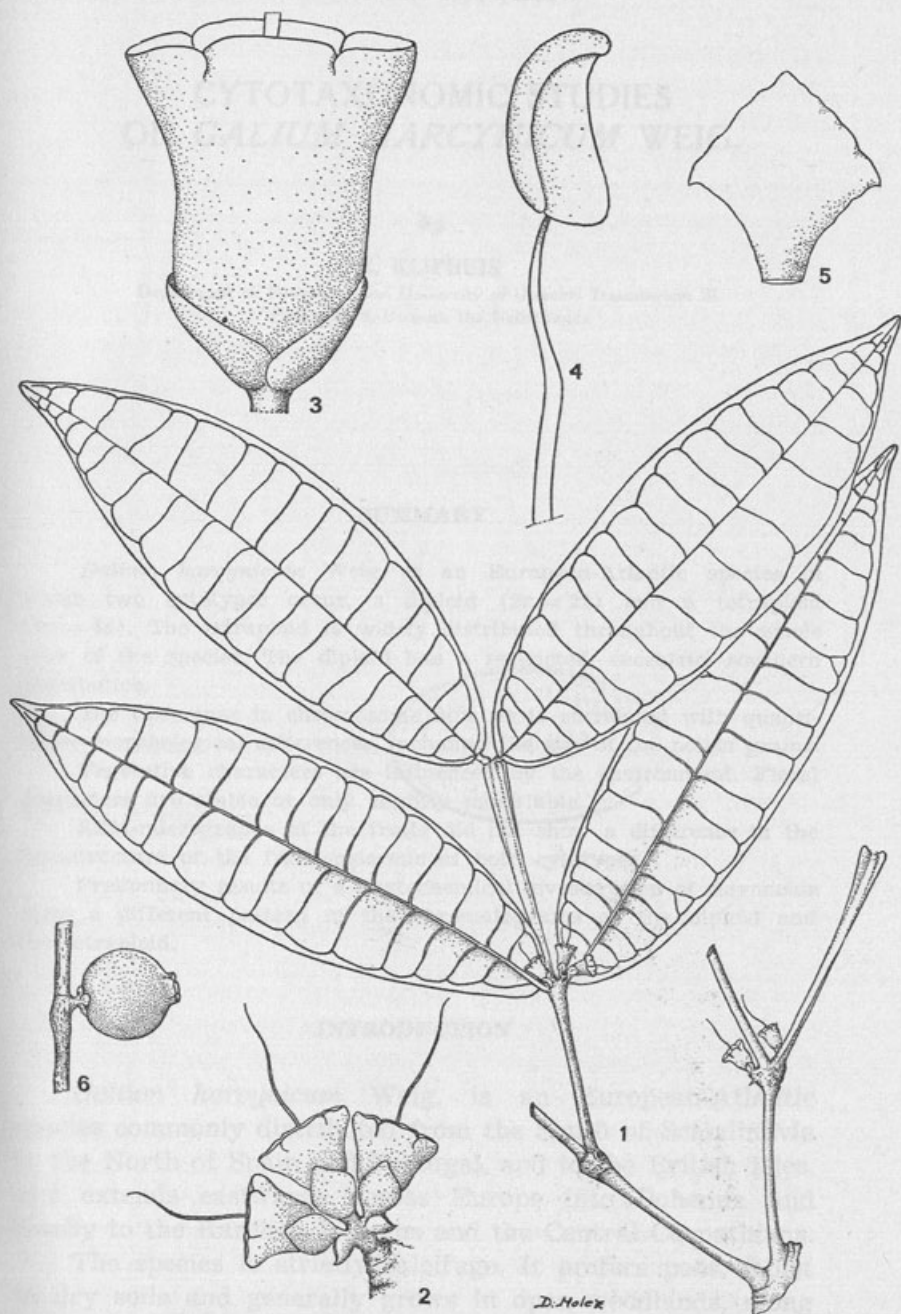
Notons encore la grande taille des fruits, et surtout la large adhérence de la graine au placenta, déjà signalée par H. PERRIER dans sa description du *M. pterocarpum*. Pour très prononcé qu'il soit, ce dernier caractère n'est pas exclusif. Une large cicatrice hilaire, dont le tissu parenchymateux contraste avec les parois crustacées de la graine, et favorise probablement la germination, s'observe chez d'autres *Memecylon*.

Les précédents caractères sont donc surtout utiles à la spéciation, mais ne suffisent pas pour affirmer l'originalité de nos deux espèces parmi leurs congénères. Avec leur connectif peu divergent, et dépourvu de glande, les étamines du *M. fernandesiorum* sont déjà plus significatives. Cependant, l'absence de glande, considérée indépendamment de la forme de l'anthère, n'est pas exceptionnelle non plus chez les *Memecylon* de Madagascar, et H. PERRIER la cite pour plusieurs de ses sections.

Les *Memecylon*, tels qu'ils sont compris après le rétablissement du g. *Warneckea*, sont, à une exception près¹, caractérisés par un calice entier, ou sinué, ou lobé-valvaire. Or, le calice de nos deux espèces, tel que l'on peut l'observer sur la fleur du *M. fernandesiorum*, et tel qu'il persiste sur le fruit du *M. pterocarpum*, est identique, avec des lobes bien différenciés et imbriqués. C'est bien ce caractère qui nous permet de confirmer, même en absence de fleurs, que le *M. pterocarpum*, malgré son fruit ailé, est étroitement allié au *M. fernandesiorum*, que nous connaissons mieux.

En conclusion, bien que spectaculaire et exceptionnelle dans le genre, l'alature du fruit chez le *M. pterocarpum*, nous apparaît comme un caractère secondaire, seulement de valeur spécifique.

¹ Le *Memecylon humbertii* Perr. (Sect. *Humbertocylon* Perr.) est décrit comme ayant également des lobes calicinaux imbriqués. Il s'agit d'une espèce tout à fait différente de celles que nous avons examinées ici.



Memecylon fernandesiorum Jac.-Fél.: 1, rameau fleuri $\times \frac{1}{2}$; 2, cyme de trois fleurs $\times 2$; 3, fleur et ses bractées (pétales et étamines enlevés) $\times 6$; 4, étamine $\times 12$; 5, pétale $\times 6$; 6, fruit $\times \frac{1}{2}$.
(1 à 5, Capuron SF. 27698; 6, Capuron SF. 24922).

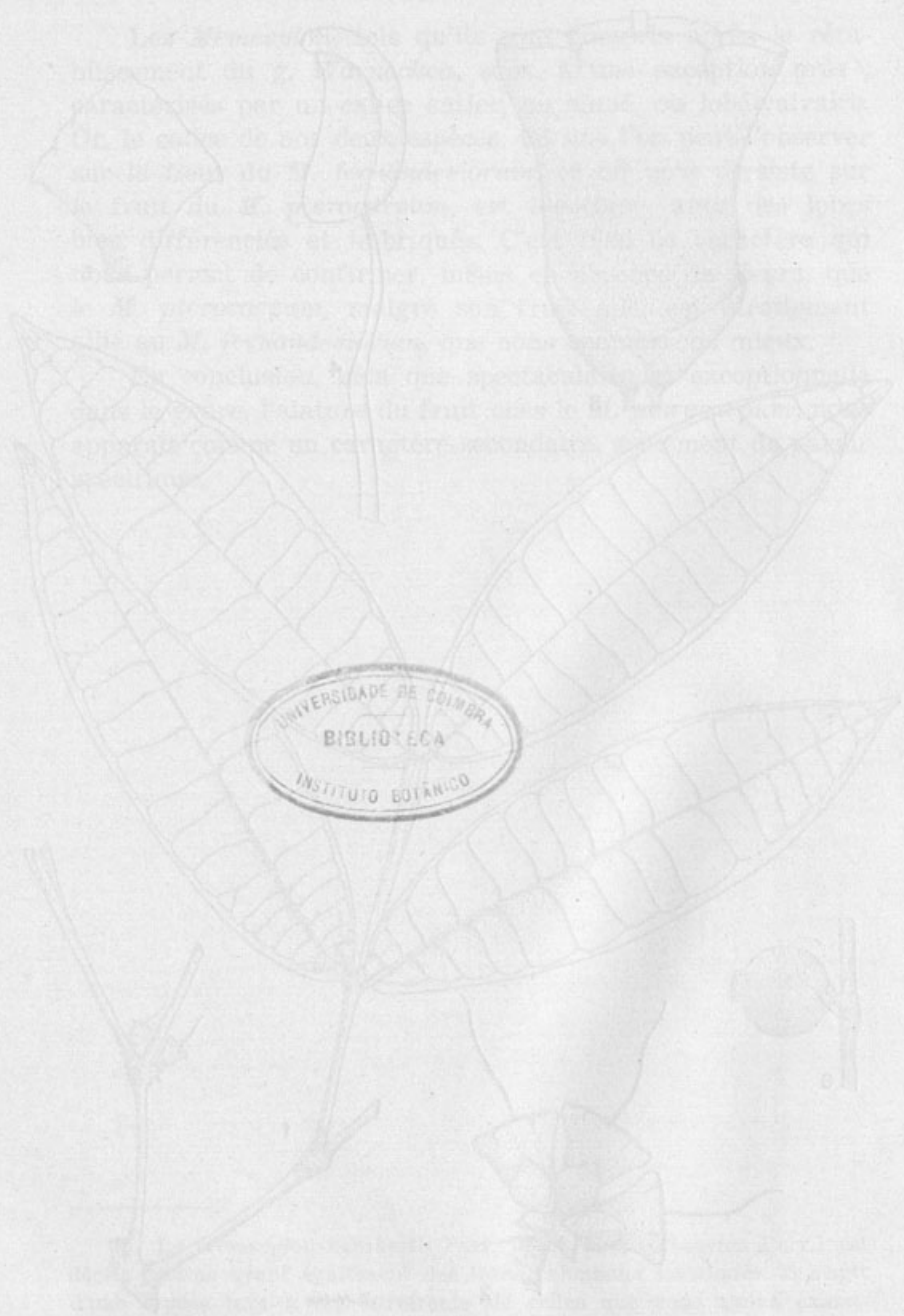


Fig. 1. *Stenandrium* (L.) DC. var. *puberulum* (L.) DC. f. *puberulum*. a) Leaf, b) Stem, c) Node, d) Detail of node, e) Detail of leaf base. Scale bars: a) 1 cm, b) 1 cm, c) 1 cm, d) 1 mm, e) 1 mm.

CYTOTAXONOMIC STUDIES ON *GALIUM HARCYNICUM* WEIG.

by

E. KLIPHUIS

Department of Biosystematics, University of Utrecht, Transitorium III,
Padualaan 8, Utrecht, the Netherlands

SUMMARY

Galium harcynicum Weig. is an European-Atlantic species in which two cytotypes occur, a diploid ($2n = 22$) and a tetraploid ($2n = 44$). The tetraploid is widely distributed throughout the whole area of the species. The diploid has a restricted, eccentric, southern distribution.

The difference in chromosome number is correlated with quantitative morphological differences, including the size of the pollen grains.

Vegetative characters are influenced by the environment. Floral characters are stable or only slightly modifiable.

SEM-micrographs of the fruits did not show a difference in the fine-structure of the fruit-epidermis of both cytotypes.

Preliminary results of a phytochemical investigation of flavonoids show a different pattern in the chromatograms of the diploid and the tetraploid.

INTRODUCTION

Galium harcynicum Weig. is an European-Atlantic species commonly distributed from the South of Scandinavia to the North of Spain and Portugal, and to the British Isles, and extends eastwards across Europe into Bohemia and locally to the Karelían Isthmus and the Central Carpathians.

The species is strictly calcifuge. It prefers poor, moist to dry soils and generally grows in open woodlands, along forest-edges and in open habitats such as heaths, moors

and grasslands. It is hermaphrodite, protandrous and self-incompatible and is pollinated by flies and other small insects.

Galium harcynicum belongs to the section *Leptogalium* Lange and within this section it is characterized by well defined morphological characters. Two cytotypes are known. A diploid with $2n = 22$ chromosomes (KLIPHUIS, 1962, 1967, 1972; KÜPFER, 1969) and a tetraploid with $2n = 44$ chromosomes (FAGERLIND, 1934, 1937; EHRENDORFER, 1956; KLIPHUIS, 1962, 1967, 1972; GADELLA and KLIPHUIS, 1963; PIOTROWICZ, 1964). Whereas the tetraploid is distributed throughout the whole area of the species, the diploid seems to be restricted to the North-Western parts of the Iberian Peninsula (KLIPHUIS, 1972).

The chromosome number is correlated with quantitative morphological differences, the diploid being more fragile with slender shoots, shorter internodes, fewer flowers per inflorescence, smaller leaves, flowers and fruits.

Hybrids of the two cytotypes are not known. Crossing experiments were unsuccessful. This indicates a reproductive barrier between the two levels of ploidy (KLIPHUIS, 1972). This phenomenon is also known from other *Galium* species. Inside the genus there is a strong reproductive barrier between various levels of ploidy, intra- as well as inter-specifically. These barriers are extremely effective in lower polyploid levels, but become less effective in the higher ploidy levels (FAGERLIND, 1934, 1937; EHRENDORFER, 1955; KLIPHUIS, 1970, 1972, 1973, 1974).

According to their morphological, geographical and karyological characteristics the two cytotypes have been defined as subspecies, the diploid as subspecies *vivianum* Kliph., the tetraploid as subspecies *harcynicum* (KLIPHUIS, 1972). HOLUB (1974) is of the opinion that there are sufficient arguments for classifying the diploid as an independent species, e. g. *Galium vivianum* (Kliph.) Holub.

Galium harcynicum is generally described as uniform in its morphology. In most Floras it is not subdivided. An exception is made by ROUY (1903) in his «Flore de France». He distinguishes four varieties. COUTINHO (1939)

mentioned two of these for Portugal e. g. var. *genuinum* Rouy and var. *riparium* Rouy. Their descriptions do not agree with any of the cytotypes (KLIPHUIS, 1972). Probably they are nothing but extremes of morphology connected by all possible intermediates, as suggested by FONTES (1948).

The present study is a continuation of an investigation the result of which was described in an earlier paper (KLIPHUIS, 1972). More material was obtained and, therefore, more was available for investigation. The results of palynological and phytochemical studies will be given here in addition to cytological and morphological data.

MATERIAL AND METHODS

Plant material

Plants obtained directly from the wild as well as plants grown from seed which was collected in the field were cultivated under uniform conditions in an experimental plot of the Botanical Garden of the State University of Utrecht.

From each seed-sample 3-5 plants were used for cytological purposes.

Cytological studies

Chromosome counts were made from root-tip mitosis of potted plants. The tips were fixed in Karpechenko's fixative, embedded in paraffin wax, sectioned at 15 micron and stained according to Heidenhain's haematoxylin method.

Scanning electron microscopical studies

A Cambridge stereoscan 600 M was used to perform SEM studies on fruits sputtered with gold.

The fruits were cleaned in water for 10 seconds by means of ultrasonic waves in a sonicator (Sonicor, SC 50-22).

Palynological studies

Pollen grains of both cytotypes were obtained from herbarium specimens only. The herbarium specimens origi-

nated from the collection of living plants cultivated in the experimental plot.

The pollen grains were acetolysed and mounted in glycerine-jelly according to the methods described by REITSMA (1969).

Phytochemical studies

Flavonoids were extracted with 1% HCl in 70% methanol from petals and vegetative parts of the plants from the experimental plot as well as from plants in the wild. The extracts were stored at 4° C. until needed.

Two dimensional paper-chromatography was carried out on Whatmann no. I or Schleicher and Schull in BAW = n-butanol : acetic acid : water (4:1:5, V/V/V, upper phase) and water successively.

Larger quantities necessary for ultra-violet spectra recording and sugar identification were isolated by means of two dimensional paper-chromatography on Whatmann no. III, first in BAW and then in water. After the flavons had been eluted with methanol the eluate was concentrated at reduced pressure in the presence of diagnostic reagents to MABRY *et al.* (1970).

The flavonoids were visible under longwave ultra violet (366 m), some of them only after they had been sprayed with 5% sodium carbonate.

RESULTS

I. Cytology

The results of the counts are represented in an appendix at the end of this paper. The material is arranged according to the alphabetical order of the countries of provenance, and the place of origin and plant number are given. Plants obtained from seed samples are indicated by an asterisk.

Diploids ($2n = 22$) and tetraploids ($2n = 44$) were observed. The tetraploids were found throughout the whole area of the species. Diploids were encountered only in the North of Portugal and in one locality in the South of

Galicia in the North-West of Spain. Fig. 1 shows the distribution of the localities of the collections. The diploid is represented by a cross, the tetraploid by a black dot. Records published in an earlier paper (KLIPHUIS, 1972) are also included in this figure.

In all, 203 localities have been registered, 98 of which are in the central part of the area: the Netherlands.

II. Morphology

Diploid and tetraploid plants show a remarkable uniformity in characters such as growth habit, the shape of the leaves on both flowering and non-flowering stems, petal shape and number of leaves per node.

Galium harcynicum is a mat-forming perennial with filiform rooting stolons, prostrate non-flowering branches and ascending flowering stems, the stems being quadrangular, glabrous, smooth and much branched; leaves in whorls of 6-7, on non-flowering shoots obovate, on flowering shoots the lowermost leaves obovate, obtuse, the middle ones obovate-lanceolate and the upper ones lanceolate to oblong-lanceolate, mucronate, the margin almost antrorsely ciliolate, weakly revolute and midrib slender; flowers in terminal, rather ovoid panicles, white, with flat, acute, patent lobes; pedicels straight, divaricating in fruit; fruit densely verruculose scabrous.

The diploid differs from the tetraploid in having rather a slender appearance, shorter internodes, smaller flowers and fruits, fewer flowers in the inflorescences and generally smaller leaves.

The difference in habit of the two cytotypes is shown in figure 2. This figure is a photograph of a diploid and a tetraploid potted plant. The diploid is a plant from Portugal, Trás-o-Montes, near Montalegre (collection number K 106), the tetraploid is a plant from Denmark, Jylland, near Holstebro (collection number K 1433).

The diploid plants can be distinguished from the tetraploid plants by the above mentioned quantitative morphological characters provided they are cultivated under similar

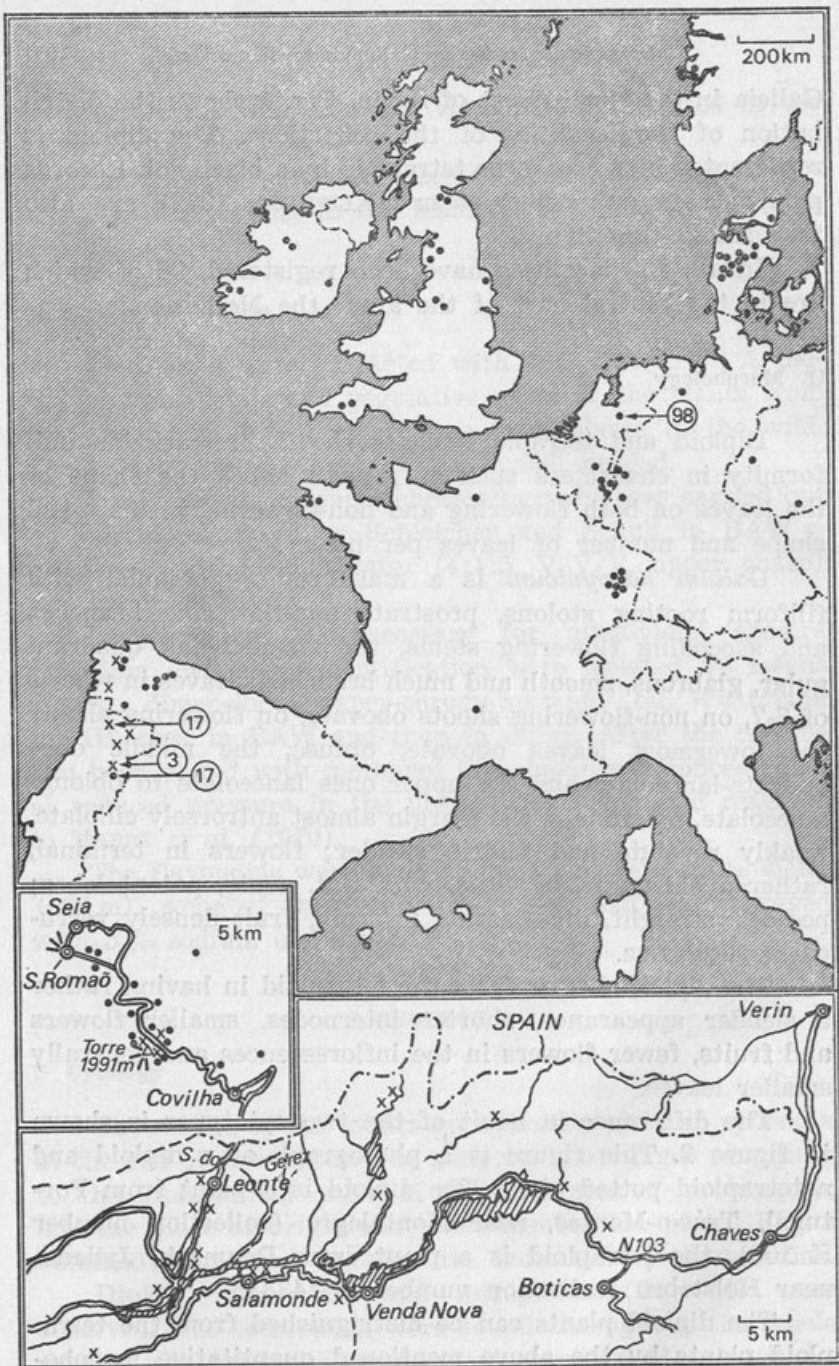


Fig. 1. — Localities of the cytologically investigated plants of *Galium hircynicum* Weig. The diploid is represented by a cross, the tetraploid by a black dot. Records published in an earlier paper (KLIPHUIS, 1972) are also included.

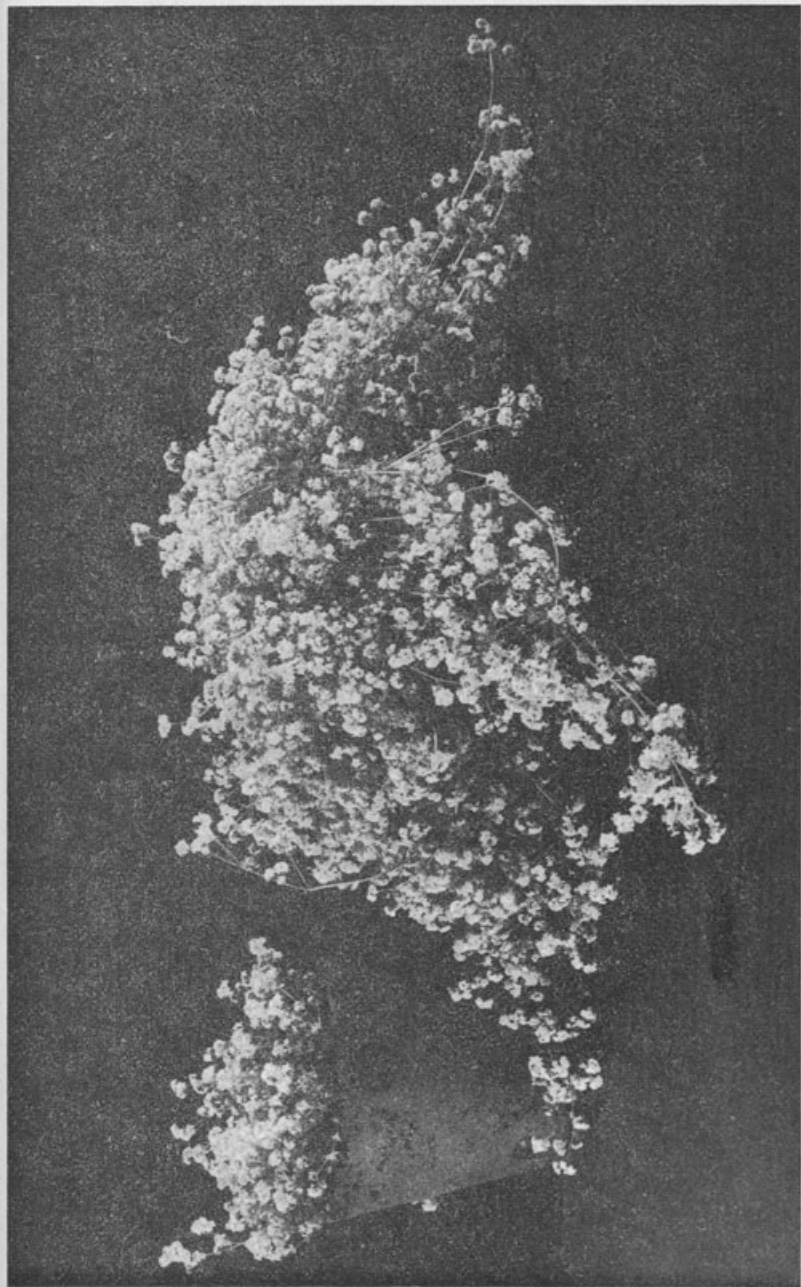


Fig. 2. — A photograph of a diploid and a tetraploid potted plant. The diploid is a plant from Portugal, Trás-os-Montes, near Montalegre (coll. no.: K 106), the tetraploid is a plant from Denmark, Jylland, near Holstebro (coll. no.: K 1433).

conditions. Diploids cultivated under favourable circumstances often but not always resemble tetraploids grown under adverse conditions in characters such as height of the plant, length of the internodes, size of the leaves, but are more robust. The plasticity of these vegetative characters is not always clear-cut. It differs from individual to individual and may be even absent.

The environment has no or hardly any influence on characters such as the size of the flowers and fruits and the number of flowers in the inflorescences.

III. The structure of the fruit epidermis

Fruit character is often of importance for the classification of taxa within the genus *Galium*. Usually this is the indument, as in the species of the section *KOLGYDA* Dum. or as in the varieties of *Galium boreale* L. (KLIPHUIS, 1973). The structure of the exocarp may also be of importance, as was demonstrated by STERNER (1944) in his classification of the North-West European representatives of the *Galium pumilum* group.

Scanning electron microscopical micrographs were taken of the fruits of the two cytotypes to ascertain whether there is a difference in the structure of the epidermis. Figure 3 shows a photograph of the fruit of a diploid from Portugal (collection number K 1281) and a tetraploid from Spain (collection number K 1914).

As can be seen from the micrographs the fruit epidermis has a very similar structure in both cytotypes. The fruits are ovoid, two grooves dividing the surface into three parts. The surface is covered with closely spaced, rather elongated, broad, irregular elevations in longitudinal rows. The elevations, as can be seen at higher magnification, are finely ribbed, the ribs being separated by irregular furrows.

The difference between the fruits of the two cytotypes is of a quantitative character. The fruits of the diploids are smaller.

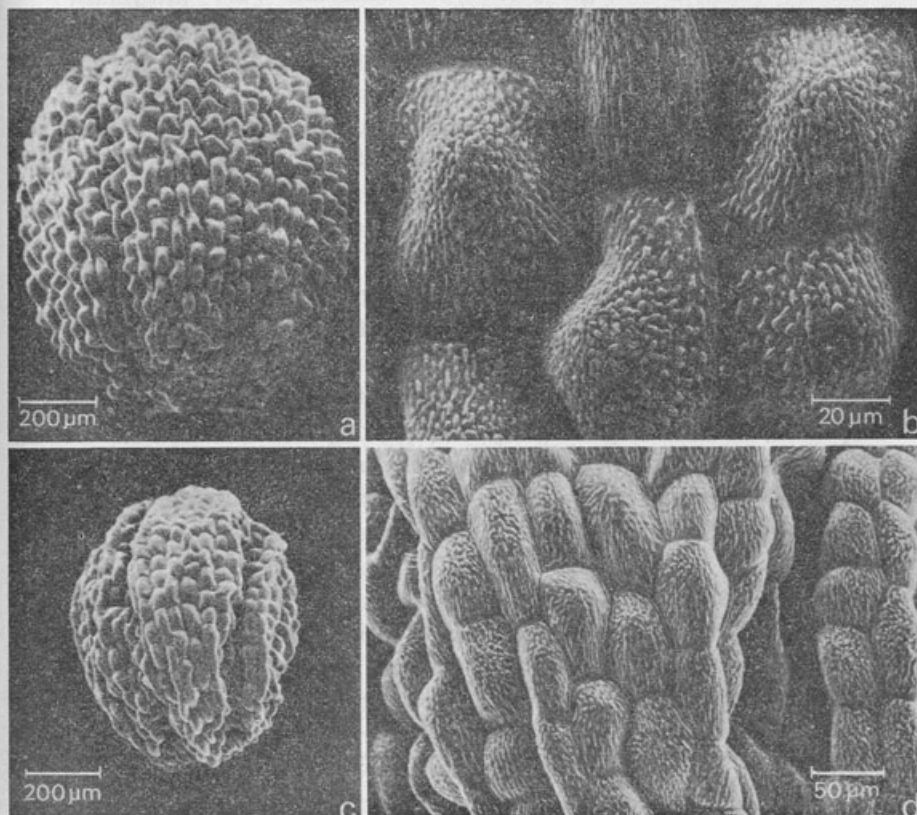


Fig. 3.—MES micrographs of the fruit of a diploid (c and d) and of a tetraploid plant (a and b). The diploid is a plant from Portugal (coll. no.: K 1281), the tetraploid is a plant from Spain (coll. no.: K 1914). For explanation see text.

The structure of the fruit-epidermis is very similar in both cytotypes. Even the size of the elevations is about the same.

The fine structure of the exocarp, therefore, cannot be used as a distinguishing character.

IV. Pollen grains

For both cytotypes the size of ten pollen grains of three plants from three subsequent years of cultivation was measured.

The average length of the pollen of the diploid turned out to be 19.50 micron and of the tetraploid 22.59 micron. The minimum and maximum values were 17.16-22.88 micron and 20.20-24.31 micron, respectively.

A nested analysis of variance showed a significant difference in the size of the pollen grains of the two cytotypes, but no significant variation within the cytotypes between plants and within plants from various years. The results are given in Table I. In this table is SS the sum of squares, df the degrees of freedom, MS the mean square, F the values from F-test and NS means not significant.

The pollen grains are prolate to spheroidal and have 7-9 colpi in both cytotypes.

TABLE I

Analysis of variance. Pollen size of diploids and tetraploids.
SS = the sum of squares; df = degrees of freedom; MS = mean square; F = values from F-test, NS = Not significant.
1 = 2.86 micron

Source of variation	SS	df	MS	F
Cytotype	13.58	1	13.58	32.14 **
Plants within the cytotypes	1.69	4	0.42	0.74 NS
Years within plants	6.81	12	0.57	1.73 NS
Error	53.12	162	0.33	
Total	75.20	179		

** $P < 0.005$

V. Phytochemical studies

To arrive at a better insight into the interrelation of cytotypes within a polyploid complex it may be important to obtain information about biosynthetic processes of the cytotypes concerned.

Flavonoids are, by their frequent occurrence and their variation, very suitable for obtaining insight into such relations.

On account of its isolated position within the section *Leptogalium* and the fact that it has diploids and tetraploids only, the *Galium hircynicum* complex seems to be an appropriate subject for such a phytochemical investigation of flavonoids.

In the chromatograms of the diploids seven clear spots are always visible, in the chromatograms of the tetraploids only two can be seen. The chromatograms are shown in fig. 4. In this figure the spots visible under U. V. before treatment with 5% sodium carbonate are indicated by Roman numerals, the spots after spraying by Arabic numerals. In both cytotypes a spot that is missing in some of the chromatograms is denoted by A.

In some of the tetraploids two other spots, B and C, are visible. These spots resemble those of the compounds III and IIa of the diploid.

A varying number of other compounds may also be present: in the diploid 2-5, and in the tetraploid 1-3.

The results were obtained on material from the experimental plot. To see if these also apply to material in the field, 60 plants, all tetraploids, from 32 populations occurring in the Netherlands, were investigated. Almost all plants showed the pattern characteristic for the tetraploid (spot I, II and A). A few of them, however, had in addition to these spots the compounds B and C, as described above.

Within the tetraploid glycosides of two aglycones seem to be present. The diploid probably has more than two different glycosylated aglycones.

Preliminary data indicate that one of the aglycones is the flavonol quercetine. Only identification of the compounds concerned can answer the question as to whether the difference between the two cytotypes is based on a difference in aglycones or if it is caused by differences in glycosylation.

The compounds of the diploid and tetraploid were isolated. At the moment an attempt is being made to identify

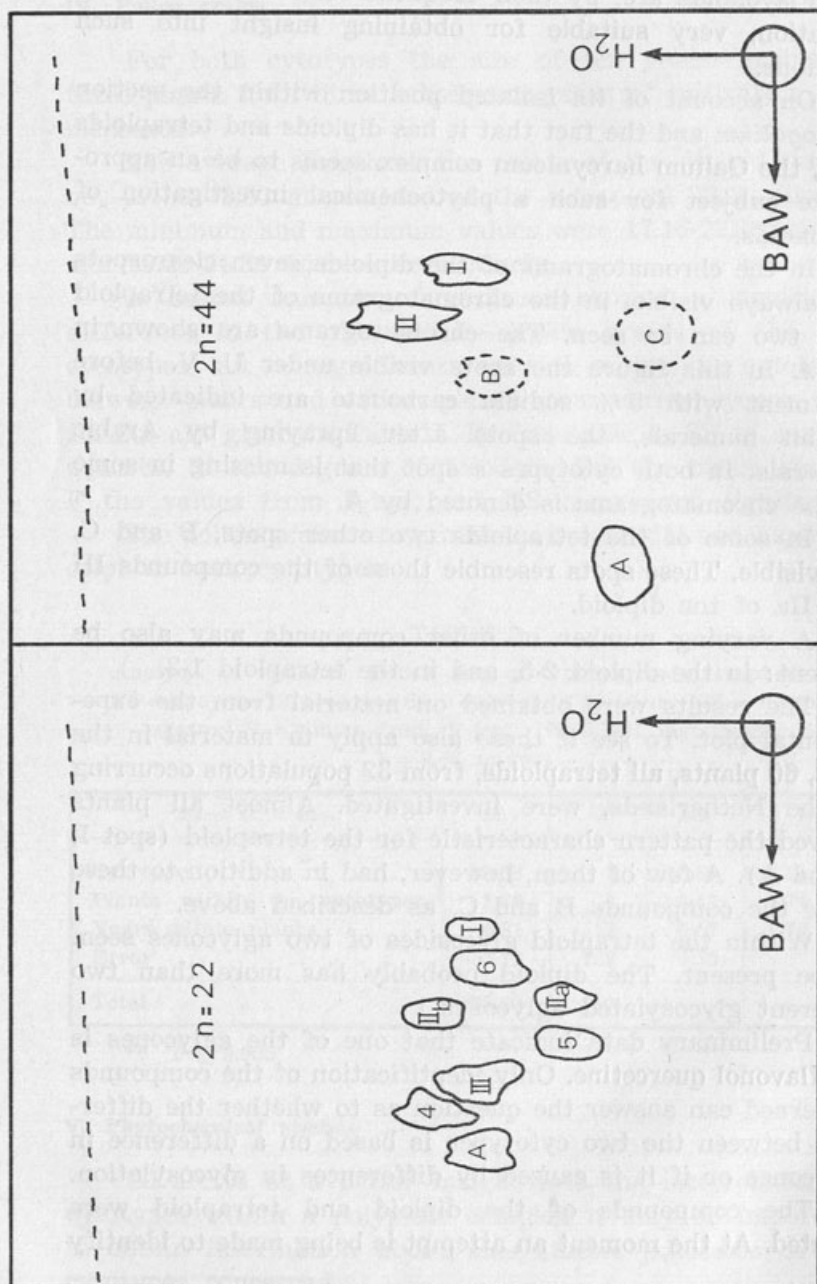


Fig. 4.—A chromatogram of a diploid and tetraploid plant of *Galium hircynicum* Weig. The diploid is a plant from Portugal (coll. no.: K 1281), the tetraploid is a plant from England (K 1226).
For explanation see text.

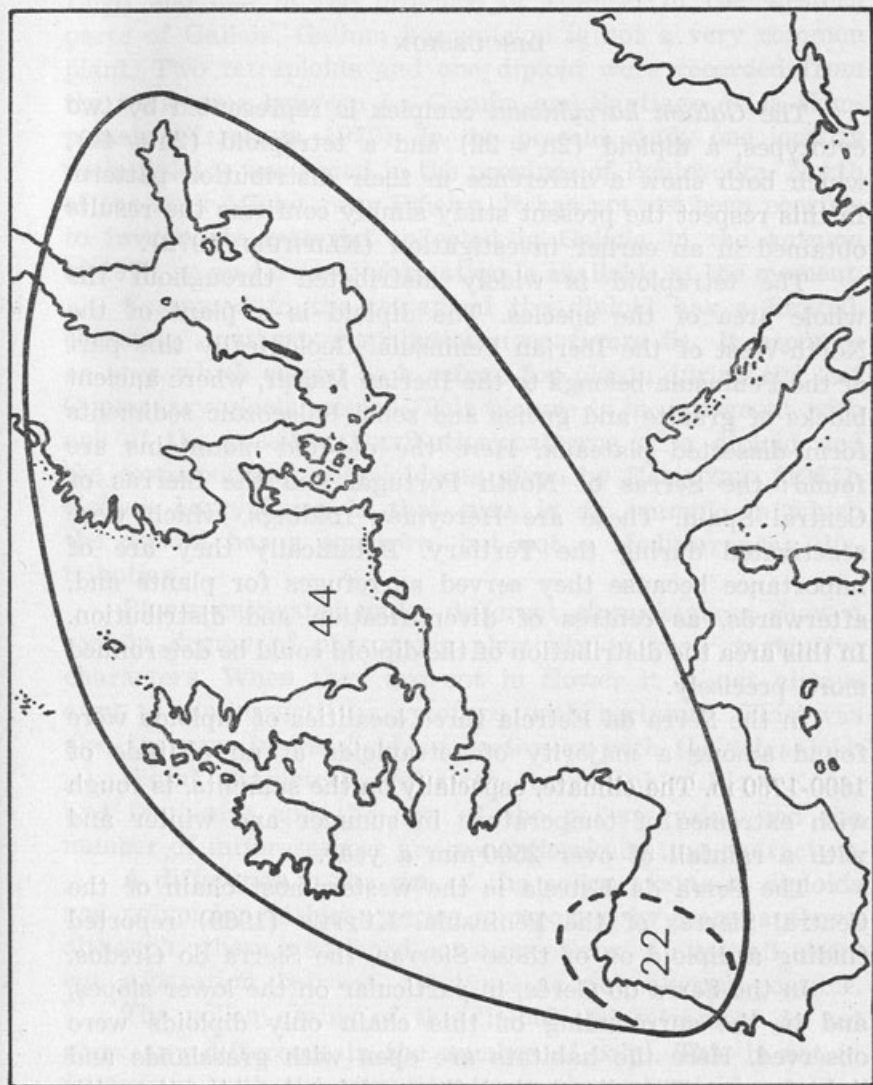


Fig. 5.— Distribution pattern of diploids and tetraploids of *Galium hircynicum* Weig.

these compounds, the results will be published in a forthcoming paper.

DISCUSSION

The *Galium harcynicum* complex is represented by two cytotypes, a diploid ($2n = 22$) and a tetraploid ($2n = 44$), which both show a difference in their distribution pattern. In this respect the present study simply confirms the results obtained in an earlier investigation (KLIPHUIS, 1972).

The tetraploid is widely distributed throughout the whole area of the species. The diploid is a plant of the North-West of the Iberian Peninsula. Geologically this part of the Peninsula belongs to the Iberian Massif, where ancient blocks of granite and gneiss and some Palaeozoic sediments form dissected plateaux. Here the old-fold mountains are found: the Serras of North Portugal and the Sierras of Central Spain. These are Hercynian foldings, which were reactivated during the Tertiary. Botanically they are of importance because they served as refuges for plants and, afterwards, as centres of diversification and distribution. In this area the distribution of the diploid could be determined more precisely.

In the Serra da Estrela three localities of diploids were found among a majority of tetraploids at an altitude of 1600-1750 m. The climate, especially on the summits, is rough with extremes of temperature in summer and winter and with a rainfall of over 2500 mm a year.

The Serra da Estrela is the westernmost chain of the Central Sierras of the Peninsula. KÜPFER (1969) reported finding a diploid on one of these Sierras, the Sierra de Gredos.

In the Serra do Gerês, in particular on the lower slopes, and in the surrounding of this chain only diploids were observed. Here the habitats are open with grasslands and light forests. The climate is influenced by the Atlantic, with moderate to high rainfall and humidity and mild summers and winters.

Not very much can be said about the situation in the northern parts of the Iberian Massif because there is a

lack of cytological data. In East Galicia only tetraploids were encountered in six localities, five in the province of Lugo and one in the province of Orense. In the western parts of Galicia, *Galium harcynicum* is not a very common plant. Two tetraploids and one diploid were recorded from the same area between La Coruña and Santiago de la Compostela (KLIPHUIS, 1972). In the present study one locality with diploids was found in the province of Pontevedra, North of the river Minho, near Piñeiro. It has not yet been possible to investigate material collected in Galicia in the autumn of 1979, so no further information is available at the moment.

Compared to the tetraploid the diploid has a limited, eccentric, southern distribution (see figure 5). It occupies an area which served as a refuge for plants during the last Quaternary glacial period. This picture is in agreement with one of the possible distribution patterns of a diploid and the corresponding polyploids as given by FAVARGER (1967). *Galium harcynicum*, in that case, is an example in which the diploid has a southern, but not a Mediterranean distribution.

Plants cultivated under different circumstances show a certain degree of phenotypic plasticity in their vegetative characters. When they are not in flower it is not always easy to distinguish the cytotype with certainty. This was also the case in the field, in particular with the tetraploid.

Floral characters are much more stable. Flower size and fruit size and the size of the pollen grains and the number of inflorescences are good discriminating characters.

A difference in the size of the pollen grains in diploids and polyploids within a series is reported by many authors, although others mentioned some exceptions. An overall clear-cut separation between cytotypes is not always possible.

The pollen grains of the diploid and tetraploid do not show any difference in the number of colpi. This is not in agreement with the situation in another polyploid complex of the genus e. g. in the *Galium palustre* complex. In the latter the diploid differs from the tetraploid and octoploid in mainly having 6 colpi, whereas the tetraploid and octoploid mainly have 7 or 8.

In the phytochemical investigation intraspecific variation is demonstrated. The tetraploid shows in its chromatogram less variation than the diploid. The chromatograms of both cytotypes show a regular, rather constant pattern. However, in the tetraploids exceptions are found. If spots B and C are present the pattern is similar to the diploids. To what extent this indicates a relation between the phytochemical processes of the diploid and tetraploid and what kind of relation this may be, can be concluded only when more is known about the identity of the of the compounds concerned.

In view of the similarities between the morphological characters on the one hand and the quantitative differences on the other, and the geographical distribution of the diploid and the tetraploid the classification into subspecies is in our opinion much more reliable than the classification into species which HOLUB (1974) preferred.

The tetraploid has originated from the diploid, probably through autopolyploidy as well as through allopolyploidy and has expanded successfully with time to occupy its present area.

ACKNOWLEDGEMENT

The author is much indebted to Dr. W. BERENDSEN (Department of Molecular Cell Biology, University of Utrecht) for the SEM-micrographs, to Dr. G. VAN NIGTEVECHT (Department of Population and Evolutionary Biology, University of Utrecht) for his state interest and valuable advices in the phytochemical investigation.

The technical assistance of Messr. P. BROUWER, H. VAN DER KLIS, W. NIEUMAN, D. SMITH and C. J. STRIJLAND is gratefully acknowledged.

REFERENCES

- COUTINHO, A. X. P.
1939 *Flora de Portugal*. Lisboa.
- EHRENDOREER, F.
1955 Hybridogene Merkmalsintrogression zwischen *Galium rubrum* L. s. str. und *Galium pumilum* Murr. s. str. *Oesterr. Bot. Zeitschr.* 102: 195-234.
1956 Struktur, Verbreitung und Geschichte der Sippen von *Leptogalum* in Bayern. *Ber. Bayerisch. Bot. Ges.* 31: 5-12.
- FAGERLIND, F.
1934 Beiträge zur Kenntnis der Zytologie der Rubiaceen. *Hereditas* 19: 223-232.
1937 Embryologische, zytologische und bestäubungsexperimentelle Studien in der Familie der Rubiaceae nebst Bemerkungen über einige Polyploiditätsprobleme. *Acta Horti Berg.* 11: 195-470.
- FONTES, F.
1948 De Flora Lusitana commentarii IV. *Agronomia Lusitana* 10: 109.
- GADELLA, TH. W. J. and KLIPHUIS, E.
1963 Chromosome numbers of flowering plants in the Netherlands. *Acta Bot. Neerl.* 12: 195-230.
- HOLUB, J.
1974 New names in Phanerogamae 3. *Folia Geobot. Phytotax., Praha* 9: 261-275.
- KLIPHUIS, E.
1962 Cytotaxonomical studies in the genus *Galium*. *Proc. Koninkl. Akad. voor Wetensch. Amsterdam Ser. C.* 65: 279-285.
1967 Cytotaxonomic notes on some *Galium* species. *Acta Bot. Neerl.* 15: 535-538.
1970 Cytotaxonomic notes on some *Galium* species: *Galium silvaticum* L., *Galium cristatum* L. and *Galium schultesii* Vest. *Proc. Koninkl. Akad. voor Wetensch. Amsterdam. Ser. C.* 73: 271-283.
1972 Cytotaxonomic studies in *Galium hircynicum* Weig. *Bot. Notiser* 125: 487-492.
1973 Cytotaxonomic notes on some *Galium* species: *Galium boreale* L. I. *Proc. Koninkl. Akad. voor Wetensch. Amsterdam. Ser. C.* 76: 359-372.
1973 Cytotaxonomic notes on some *Galium* species: *Galium boreale* L. II. *Proc. Koninkl. Akad. voor Wetensch. Amsterdam. Ser. C.* 76: 449-464.
1974 Cytotaxonomic studies in *Galium palustre* L. *Proc. Koninkl. Akad. voor Wetensch. Amsterdam. Ser. C.* 77: 408-425.

KÜPFER, PH.

1969 Recherches cytotaxinomique sur la flore des montagnes de la Peninsula Ibérique. *Bull. Soc. Neuchât. Sci. Nat.* 92: 31-48.

MABRY, T. J.; MARKHAM, K. R. and THOMAS, M. B.

1970 The systematic identification of Flavonoids. Berlin, Heidelberg, New York.

PIOTROWICZ, M.

1964 *Galium* L. in M. SKALINSKA *et al.* Additions to chromosome numbers of *Polisch Angiosperms*. *Acta Soc. Bot. Polon.* 33: 45-77.

REITSMA, T.J.

1969 Size modification of recent pollen grains under different treatment. *Rev. Palaeobot. Palyn.* 9: 175-202.

ROUY, G.

1903 *Flore de France*. VIII. Paris.

STERNER, R.

1944 *Galium pumilum* Murr. i nordvästra Europa. *Acta Hort. Gotob.* XV: 187-233.

APPENDIX

Cytologically investigated material of *Galium hircynicum* Weig.

Diploids. $2n = 22$ (ssp. *vivianum*).

PORTUGAL: K 1252 — S. da Estrela, vic. of Penhas da Saúde; K 1275* K 1282* — S. do Gerês, between Gerês and Leonte K 1276* — vic. of Rindufinho; K 1280* — vic. of Cerdeirinhas; K 1281* — vic. of Vilar da Veiga; K 1286* — S. da Estrela, 3.5 km after Torre direction Covilhã; K 1288* — near Torre, alt. ca. 1750 m; K 1290* — between Salamonde and Ruivas; K 1292* — vic. of Paradela; K 1294* — Trás-os-Montes, vic. of Venda Nova; K 1296* — vic. of Salamonde; K 1902* — S. do Gerês, near the Pousada; K 1903* — vic. of Ruivais; K 1904* — vic. of Gralhós, St. Vincente; K 1905* — 6 km North of Sapiaos.

SPAIN: K 3278 — Galicia, prov. of Pontevedra, vic. of Piñeiro.

Tetraploids. $2n = 44$ (ssp. *hircynicum*).

BELGIUM: K 1642* — vic. of la Roche en Ardenne, Ardennes.

DENMARK: K 1212* — between Vrads and Hjöllund, Jylland; K 1433 — vic. of Bur, near Holstebro, Jylland; K 1435 — between Stjensberg and Sønderhå, Jylland; K 1458 — Sønder Sørå, between Aså and Saeby, Jylland.

FRANCE: K 1570* — Chaumes du Haut Chitelet, Vosges; K 1576* — vic. of Remiremont, Vosges; K 1578* — vic. of Cornimont, Vosges; K 1901* — Entraygues sur Truyère, Barrage de Couesque, Aveyron.

GERMANY-WEST: K 1554*. K 1997* — vic. of Mansholt, Oldenburg; K 1979* — between Belscheid and Kräutscheid, Eifel.

GREAT-BRITAIN: K 1182 — vic. of Ullswater, Lake district, England; K 1221 — Culloden Moor, Iverness shire, Scotland; K 1223 — vic. of Clara Lodge Hotel, Culloden Moor, Iverness shire, Scotland; K 1226 — Haisty Banks, Yorkshire, England.

THE NETHERLANDS: K 3047 — K 3049 — «de Schovenhorst», Putten, prov. of Gelderland; K 1821 — vic. of Rijssen, prov. of Overijssel; K 1822 — Sprengenberg, prov. of Overijssel; K 1823, K 1824, K 3030 — K 3032 — Haarlerberg, prov. of Overijssel; K 1825, K 3035 — Noetselerveld, prov. of Overijssel. K 1827 — vic. of Diepeveen, between Lhee and Spier, prov. of Drenthe; K 1828 — vic. of Spier; K 1829 — vic. of Hooghalen, prov. of Drenthe; K 1830 de Moere, near Grollo, prov. of Drenthe; K 1831 — vic. of Grollo; K 1836 — vic. of Ommen, prov. of Overijssel; K 3036 — den Treek, prov. of Utrecht; K 3037 — K 3043 — Speulderveld, prov. of Gelderland; K 3044 — Laage Vuursche, vic. of «Drakensteijn», prof. of Utrecht; K 3045 — Groot Kievitsdal, prov. of Utrecht; K 3046 — «Wildforster» between Putten and Garderen, prov. of Gelderland; K 3050, w 3051 — Uddelermeer, prov. of Gelderland; K 3052, K 3053 — vic. of Kootwijkerveen, prov. of Gelderland; K 3054 — K 3074 — Laage Vuursche, prov. of Utrecht.

PORTUGAL: K 1259, K 1251, K 1256* — S. da Estrela, near Seia; K 1253*, K 1254* — S. da Estrela, 1 km before Torre; K 1277*, K 1283* — S. da Estrela, between Seia and Torre; K 1278*, K 1291* — S da Estrela, near Torre, alt. ca. 1750 m; K 1295*, K 1297* — S. da Estrela, between Torre and Covilhã, near Torre alt. ca. 1350 m; K 1469* — S. da Estrela, between Torre and Covilhã, 7 km before Covilhã; K 3273 — S da Estrela, Ponte de Cabaços.

SPAIN: K 1907* — vic. of Xiam, prov. of Lugo, Galicia; K 1910* — 20 km North of Lugo, Galicia; K 1911* — 5 km South of Lugo, Galicia; K 1913* — Marco de Alvare, alt. 575 m, prov. of Lugo, Galicia; K 1914* — vic. of Marco de Alvare, Galicia; K 3272 — near Vieiro, vic. of Bande, alt. 850 m, prov. of Orense, Galicië.

GEOMETRIE DER STRAHLENLEHRE. I. THEIL. VON DR. JOHANNES KEPLER. 1611. 4to. 100 Bl. (101 Bl. mit dem Titel). In der Originalausgabe ist die Geometrie der Strahlenlehre in drei Bücher eingeteilt. Das erste Buch enthält die allgemeinen Begriffe der Optik, das zweite Buch die Eigenschaften der Strahlen, die durch eine ebene Linse gehen, und das dritte Buch die Eigenschaften der Strahlen, die durch eine kugelförmige Linse gehen.

Das zweite Buch enthält die Eigenschaften der Strahlen, die durch eine ebene Linse gehen. In diesem Buch wird gezeigt, dass die Strahlen, die durch eine ebene Linse gehen, sich in einem Punkt vereinigen, der als Brennpunkt bezeichnet wird. Die Entfernung zwischen der Linse und dem Brennpunkt wird als Brennweite bezeichnet.

Das dritte Buch enthält die Eigenschaften der Strahlen, die durch eine kugelförmige Linse gehen. In diesem Buch wird gezeigt, dass die Strahlen, die durch eine kugelförmige Linse gehen, sich in einem Punkt vereinigen, der als Brennpunkt bezeichnet wird. Die Entfernung zwischen der Linse und dem Brennpunkt wird als Brennweite bezeichnet.

Das vierte Buch enthält die Eigenschaften der Strahlen, die durch eine kugelförmige Linse gehen. In diesem Buch wird gezeigt, dass die Strahlen, die durch eine kugelförmige Linse gehen, sich in einem Punkt vereinigen, der als Brennpunkt bezeichnet wird. Die Entfernung zwischen der Linse und dem Brennpunkt wird als Brennweite bezeichnet.

Das fünfte Buch enthält die Eigenschaften der Strahlen, die durch eine kugelförmige Linse gehen. In diesem Buch wird gezeigt, dass die Strahlen, die durch eine kugelförmige Linse gehen, sich in einem Punkt vereinigen, der als Brennpunkt bezeichnet wird. Die Entfernung zwischen der Linse und dem Brennpunkt wird als Brennweite bezeichnet.

Das sechste Buch enthält die Eigenschaften der Strahlen, die durch eine kugelförmige Linse gehen. In diesem Buch wird gezeigt, dass die Strahlen, die durch eine kugelförmige Linse gehen, sich in einem Punkt vereinigen, der als Brennpunkt bezeichnet wird. Die Entfernung zwischen der Linse und dem Brennpunkt wird als Brennweite bezeichnet.

Das siebte Buch enthält die Eigenschaften der Strahlen, die durch eine kugelförmige Linse gehen. In diesem Buch wird gezeigt, dass die Strahlen, die durch eine kugelförmige Linse gehen, sich in einem Punkt vereinigen, der als Brennpunkt bezeichnet wird. Die Entfernung zwischen der Linse und dem Brennpunkt wird als Brennweite bezeichnet.

Das achte Buch enthält die Eigenschaften der Strahlen, die durch eine kugelförmige Linse gehen. In diesem Buch wird gezeigt, dass die Strahlen, die durch eine kugelförmige Linse gehen, sich in einem Punkt vereinigen, der als Brennpunkt bezeichnet wird. Die Entfernung zwischen der Linse und dem Brennpunkt wird als Brennweite bezeichnet.

STUDIES ON THE INITIATION OF CALLUS
FROM VARIOUS EXPLANTS SOURCES IN RYE
(*SECALE CEREALE* L.)

by

MARIA LUDOVINA L. GUIMARÃES

&

J. MONTEZUMA-DE-CARVALHO

Botanical Institute, University of Coimbra, Portugal

ABSTRACT

Callus initiation was obtained in rye from mature excised embryos and segments both of seedling coleoptiles and roots, using the medium B5 containing 1 mg/l 2,4-D. The anatomy of callus initiation, after 7 days of incubation was studied in longitudinal and transversal serial sections. It was concluded that: a) the callus in excised embryos arose only from the coleoptile tissue and in a much less degree from the coleorhiza; b) the anatomy of the callus derived from isolated coleoptiles segments is identical with the ones from the embryos; c) in cultured root segments the callus originates by proliferation of the cortex cells although there is at the pericycle region the formation of abnormal lateral root primordia.

INTRODUCTION

TISSUE culture of cereals has shown an increased interest in recent years (for revision see YAMADA, 1977; GREEN, 1978). However from the published papers we can concluded that only a few give information on the anatomy of callus initiation. Such a study is however important as it can resolve the controversial question if the supposed redifferentiation of shoots and roots and also the regeneration of whole plants in subcultured callus is really a *de novo* phenomenon or is simply due to meristems already present along with the callus of the primary explant.

The purpose of the present work was to study the anatomy of callus initiation in various explants (mature embryo, coleoptile and root) in a cereal, rye.

MATERIALS AND METHODS

Seeds of *Secale cereale* L. c. v. Montalegre were obtained from the Instituto Universitário de Trás-os-Montes e Alto Douro. For the isolation of embryos the seeds were washed with 70 % ethyl alcohol for 2 minutes, sterilized with 10 % sodium hypochlorite for 20 minutes, then rinsed three times in sterile distilled water. After that the seeds were soaked in sterile distilled water for 3-5 hrs. Thereafter the embryos were aseptically excised by cutting the embryo with the scutellum attached.

For the isolation of segments (± 1 cm long) of roots and coleoptiles, seeds sterilized as described above were put aseptically on wet filter-paper in a glass Petri dish and germinated for 2-3 days at $\pm 8^\circ$ C.

All the explants (embryos, coleoptiles and roots) were individually transferred to cultures tubes, each one containing 20 ml of solid culture medium. Cultures were incubated at 27° C. in the dark.

The basic culture medium was that of GAMBORG, MILLER and OJIMA (1968) (B5 medium) containing 1 mg/l 2,4-D and 3 % sucrose. The pH of the medium was adjusted to 5.6 before adding Difco-Bacto agar at 0.8 %.

The medium was then autoclaved at 120° C. during 20 minutes.

For studying the anatomy of callus initiation we have used mainly cultures aged 7 days. The tissues were fixed in formalin-acetic acid-alcohol, dehydrated, embedded in parafin wax and serially cut at 15μ . The staining was by the safranin fast green method.

RESULTS

Callus initiation from excised embryos

Calluses formed readily from over 90 % of all excised embryos and were clearly visible after 3 days incubation.

Calluses aged 7 days show a membranous folded surface (Plate II, fig. 1 and Plate III, fig. 1). They are yellowish and friable. The sections of these cultured embryos showed that the only parts of the embryo structure that give rise to a callus are the coleoptile and, to a much less degree the coleorhiza (Plate I, fig. 2 and 3; Plate II, fig. 2). In fact the growth and differentiation of the embryo axis is suppressed. The callus arising from the coleoptile is a multi-folded structure (Plate III, fig. 2). It is clear from the photographs that neither the cotyledonary node nor the scutellum take part in the formation of the callus.

Although the present paper is confined to the study of the initiation of the calluses it must be referred that these calluses have been successful subcultured, in the same medium as the one used for the explants, for more than 2 years.

Callus initiation from coleoptiles and root segments

Callus developed at any place along the coleoptile segment (Plate IV, fig. 1 and 2). Its morphological aspect is quite similar to the callus originated in the cultured embryos. This is not strange as its origin is the same: the tissues of a coleoptile. Section of one of these calluses after 7 days incubation shows (Plate IV, fig. 3) that it has the same peculiar folding as the ones arising in the embryos. This figure also shows (arrow) that the enclosed immature leaf maintains its structure without any traces of tissue proliferation.

Callus developing on root segments can occur as scattered nodules or almost covering the segment (Plate V, fig. 1 and 2). Sections of these calluses show (Plate V, fig. 3) that the parenquima cells of the cortex proliferate and as a result there is a rupture of the epidermis. At the pericycle region there is also production of abnormal lateral roots, densely packed and of limited growth (Plate V, fig. 4, arrow).

DISCUSSION

From Table I we can see that only CARAMIELLO and MONTACCHINI (1970) and O'HARA and SREET (1978) have

TABLE I
Callus induction in cereal plants

Cereals	Plant part	Anatomical study of callus initiation	References
Wheat	EMBRYO (cotyledonary node)	NO	TRIONE <i>et al.</i> (1968)
Wheat	ROOT	NO	SHIMADA <i>et al.</i> (1969)
Wheat	EMBRYO	YES	CARAMIELLO and MONTACCHINI (1970)
Wheat	ROOT	NO	KAO <i>et al.</i> (1970)
Wheat	ROOT	NO	SHIMADA (1971)
Wheat	ROOT	NO	DUDITS <i>et al.</i> (1975)
Wheat	ROOT	NO	BHOJWANI and HAYWARD (1977)
Wheat	EMBRYO	NO	CHIN and SCOTT (1977)
Wheat	EMBRYO (mesocotyl)	NO	BENNICI and D'AMATO (1978)
Wheat	EMBRYO ROOT Coleoptile	YES	O'HARA and STREET (1978)
Rye	EMBRYO	NO	CAREW and SCHWARTING (1958)
Rye	ROOT	NO	MULLIN (1970)
Oat	EMBRYO	NO	WEBSTER (1966)
Oat	ROOT	NO	CARTER <i>et al.</i> (1967)
Barley	ROOT	NO	CHIN and SCOTT (1977)
Barley	EMBRYO ROOT	NO	KARTEL and MANESHINA (1977)
Rice	ROOT	NO	YATAZAWA <i>et al.</i> (1967)
Rice	EMBRYO	NO	MAEDA (1969)
Maize	SEEDLINGS Mesocotyl Coleoptile	NO	VUILLAUME and DESHAYES (1977)

have studied the anatomy of the initiation of callus in mature excised embryos of a cereal, wheat. So, our observations will be compared with the ones reported by those authors although our material is different, rye instead of wheat. CARAMIELLO and MONTACCHINI studied sections of embryos with 8 days incubation and concluded that the callus arises from the cotyledonary node and to a much less extent from the coleorhiza. O'HARA and SREET studied sections of 7 days cultured embryos and concluded that «The coleoptile and enclosed leaves retained their normal form and that callus arose at the cotyledonary node and in the region of the radicle as previously reported by CARAMIELLO and MONTACCHINI (1970)». It is evident that our results are at variance with these conclusions because as we have seen, the callus arises, in rye from the coleoptile and not from the cotyledonary node. Proliferation of the coleorhiza is small compared with that of coleoptile. As rye and wheat are closely related genera and the growth substance used by those authors and ourselves for inducing the callus was the same, viz., 2,4-D it is difficult to find an explanation for this discrepancy. The work of CAREW and SCHWARTING (1958) on rye embryos is not directly comparable to ours because they have used excised immature embryos 15-20 days old. However the authors are of the opinion, based on a rather incomplete study, that the callus tissue originated from the scutellum. This conclusion, again, differs from ours as we shown that the scutellar tissue never proliferates.

It is interesting to note the fact that the effect of 2,4-D is to suppress the growth and differentiation of the embryo axis, and to promote enhancement of proliferation of the coleoptile and coleorhiza tissue. So, the meristematic tissues are arrested in its growth and the tissues with a natural limited potenciality for growth, as are the coleoptile and coleorhiza, are activated. In tissue culture research this apparent paradoxical effect of 2,4-D has received little attention, but in our opinion it should be clarified, especially as we are now starting to understand the mode of molecular action of this growth substance (GULFOYLE *et al.*, 1975).



With reference to our results on the formation of callus in the segments of coleoptile excised from 2-3 days old seedlings they are also not coincident with the ones obtained by O'HARA and STREET as these authors report that «callus seemed to arise from the bases of the enclosed immature leaves». As we have seen the enclosed leaves never show traces of cellular proliferation and the origin of the callus exclusively from the coleoptile tissue is evident.

Finally our results on the initiation of callus on root segments agree with the conclusions of O'HARA and STREET in that there is an intense proliferation of the cortex cells. It seems however that the abnormal densely packed lateral root primordia are of limited growth contrary to what happens in the potato roots where they proliferate to form the callus (MONTEZUMA-DE-CARVALHO and M. L. GUIMARÃES, 1976).

ACKNOWLEDGMENTS

The authors gratefully acknowledge the technical assistance of Mrs. MARIA CELESTINA DE CARVALHO and Mr. JOSÉ LUÍS CABRAL.

This work was supported by the Instituto Nacional de Investigação Científica (INIC) of the Portuguese Ministry of Education and Science.

LITERATURE CITED

- BENNICI, A. & D'AMATO, F.
1978 *In vitro* Regeneration of Durum Wheat Plants. 1. Chromosome Numbers of Regenerated Plantlets. *Z. Pflanzenzüchtg.* **81**: 305-311.
- BHOJWANI, S. S. & HAYWARD, C.
1977 Some observations and comments on tissue culture of Wheat. *Z. Pflanzenphysiol.* **85**: 341-347.
- CARAMIELLO, R. & MONTACCHINI, F.
1970 Lo sviluppo di ammassi di callo nel grano e la loro organizzazione. *Allionia* **16**: 65-78.
- CAREW, D. P. & SCHWARTING, A. E.
1958 Production of rye embryo callus. *Botanical Gazette* **119**: 237-239.

- CARTER, O.; YAMADA, Y. & TAKAHASHI, E.
1967 Tissue culture of oats. *Nature* 214: 1029-1030.
- CHIN, J. G. & SCOTT, K. J.
1977 Studies on the formation of roots and shoots in wheat callus cultures. *Ann. Bot.* 41: 473-481.
The isolation of a high-rooting cereal callus by recurrent selection with 2,4-D. *Z. Pflanzenphysiol.* 85: 117-124.
- DUDITS, D. NEMET, G. & HAYDU, Z.
1975 Study of callus growth and organ formation in wheat (*Triticum aestivum*) tissue cultures. *Can. J. Bot.* 53: 957-963.
- GAMBORG, O. L.; MILLER, R. A. & OJIMA, K.
1968 Nutrient requirements of suspension cultures of soybean root cells. *Exp. Cell Res.* 50: 151-158.
- GREEN, C. E.
1978 In vitro plant regeneration in cereals and grasses. in «Frontiers of Plant Tissue Culture» Proc. 4th Int. Cong. Plant Tissue and Cell Cultured, Calgary 1978 ed. T. A. THORPE.
- GUILFOYLE, T. J.; LIN, C. Y.; CHEN, Y. M.; NAGAO, R. T. & KEY, J. L.
1975 Enhancement of Soybean RNA polymerase I by auxin. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 72: 69-72.
- KAO, K. N.; MILLER, R. A.; GAMBORG, O. L. & HARVEY, B. L.
1970 Variations in chromosome number and structure in plant cells grown in suspension cultures. *Can. J. Genet. Cytol.* 12: 297-301.
- KARTEL, N. A. & MANESHINA, T. V.
1977 Callus formation in barley plants (*Hordeum vulgare L.*) of different genotypes. *Tsitologiya i Genetika* 11: 486-490.
- MAEDA, E.
1969 Variation in nuclear size of rice callus tissues under aseptic subculture. *Japan. J. Genetics* 44: 285-289.
- MONTEZUMA-DE-CARVALHO, J. & GUIMARÃES, M. L.
1976 Isolation of a callus from potato roots. *Bol. Soc. Brot.* 50: 143-163.
- MULLIN, M.
1970 Tissue culture of some monocotyledonous plants. *Aust. J. Biol. Sci.* 23: 473-477.
- O'HARA, J. F. & STREET, H. E.
1978 Wheat callus culture: the initiation, growth and organogenesis of callus derived from various explant sources. *Ann. Bot.* 1029-1038.
- SHIMADA, T.; SASAKUMA, T. & TSUNEWAKI, K.
1969 In vitro culture of wheat tissues. I. Callus formation, organ redifferentiation and single cell culture. *Can. J. Genet. Cytol.* 11: 294-304.
- SHIMADA, T.
1971 Chromosome constitution of tobacco and wheat callus cells. *Japan. J. Genetics.* 46: 235-241.

TRIONE, E. J.; JONES, L. E. & METZGER, R. J.

- 1968 In vitro culture of somatic wheat callus tissue. *Amer. J. Bot.* 55 (5): 529-531.

VUILLAUME, E. & DESHAYES, A.

- 1977 Inicitation de cels *in vitro* à partir de fragments de mésocotyle et de coléoptile chez le Maïs. *Ann. Amélior. Plantes* 27 (6): 657-673.

YAMADA, Y.

- 1977 Tissue culture studies on cereals in «Applied and Fundamental Aspects of Plant Cell, Tissue and Organ Culture». J. REINERT and Y. P. S. BAJAJ (Eds.). Springer-Verlag, Berlin.

YATAZAWA, M.; FURUHASHI, K. & SUZUKI, T.

- 1976 Growth of callus tissue from rice roots *in vitro*. *Plant Cell Physiol.* 8: 363-373.

WEBSTER, J. M.

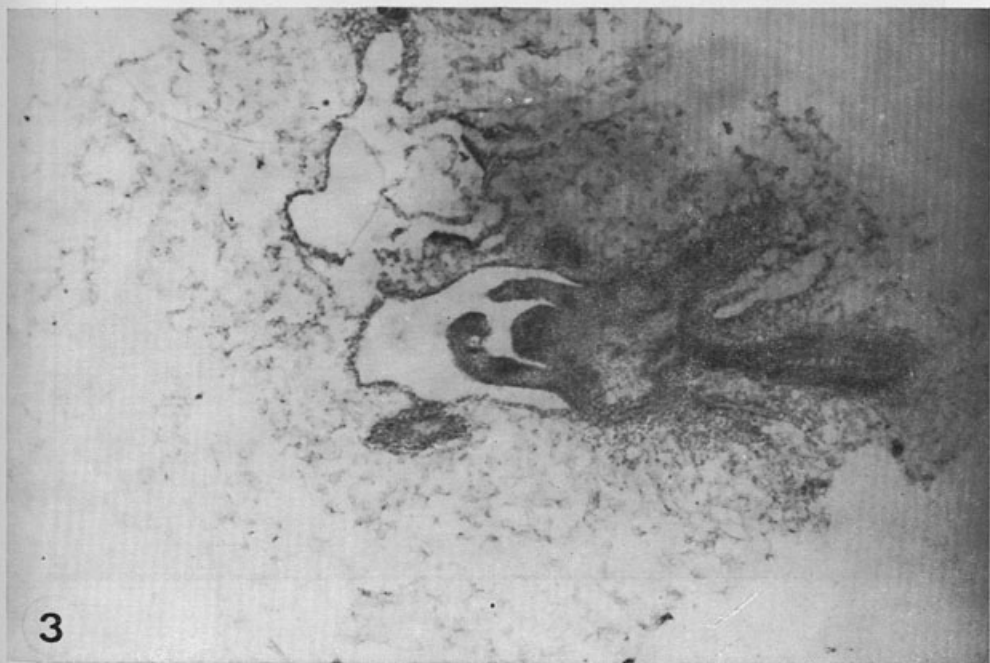
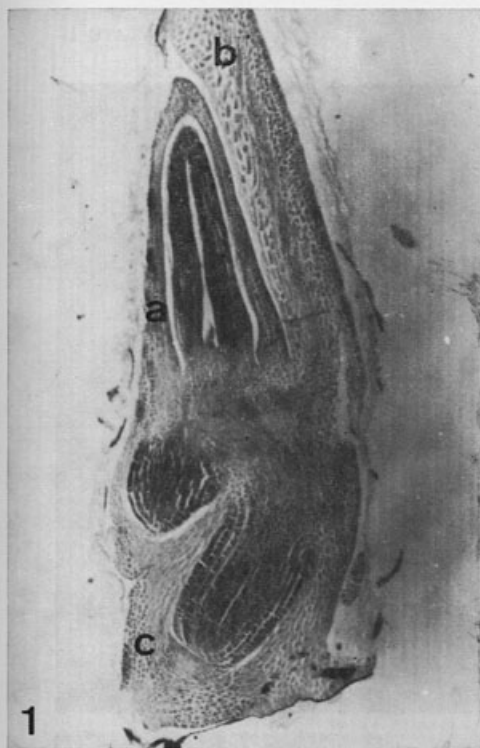
- 1966 Production of oat callus and its susceptibility to a plant parasitic nematode. *Nature*, 212: 1472.

PLATES

PLATE I

Anatomical study of callus initiation in mature excised embryos of Rye (*Secale cereale* L.) cultured in medium B5 + 1 mg/l 2,4-D

- Fig. 1.—Longitudinal section of an excised mature embryo, after soaked in water for 5 hrs, before planting it on the culture medium. Note: *a* (coleoptile), *b* (scutellum), *c* (coleorhiza). $\times 30$.
- Fig. 2.—Longitudinal section of an embryo after 3 days of culture. Note proliferation of the cells of the coleorhiza and cell enlargement in the coleoptile. $\times 30$.
- Fig. 3.—Longitudinal section of an embryo after 7 days of culture. Note the intense proliferation of the coleoptile tissue compared with the slight proliferation of the coleorhiza. Growth and differentiation of the embryo axis is suppressed. $\times 30$.



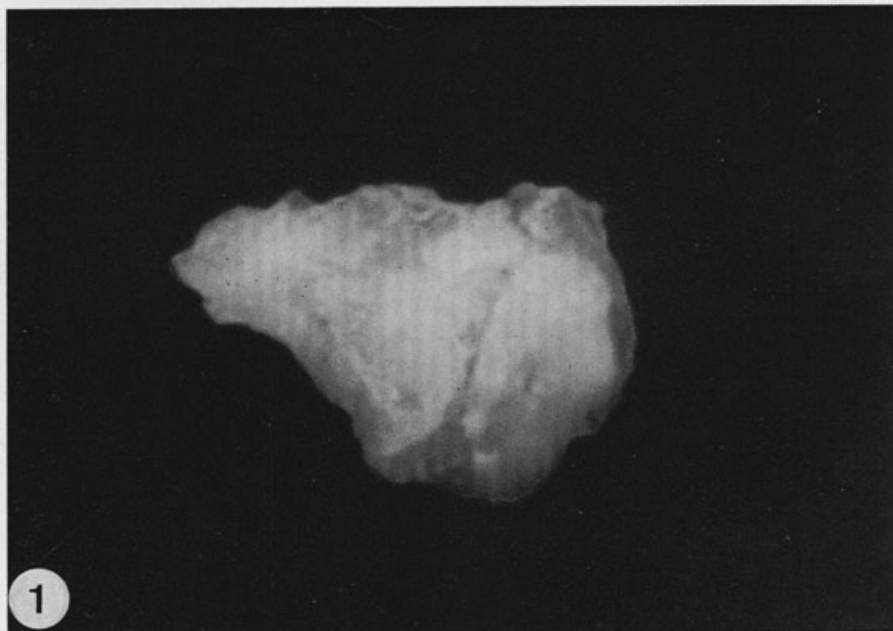


PLATE II

Anatomical study of callus initiation in mature excised embryos of Rye (*Secale cereale* L.) cultured in medium B5 + 1 mg/l 2,4-D

Fig. 1. — Morphological aspect of a cultured embryo. 7 days incubation. $\times 9.5$.

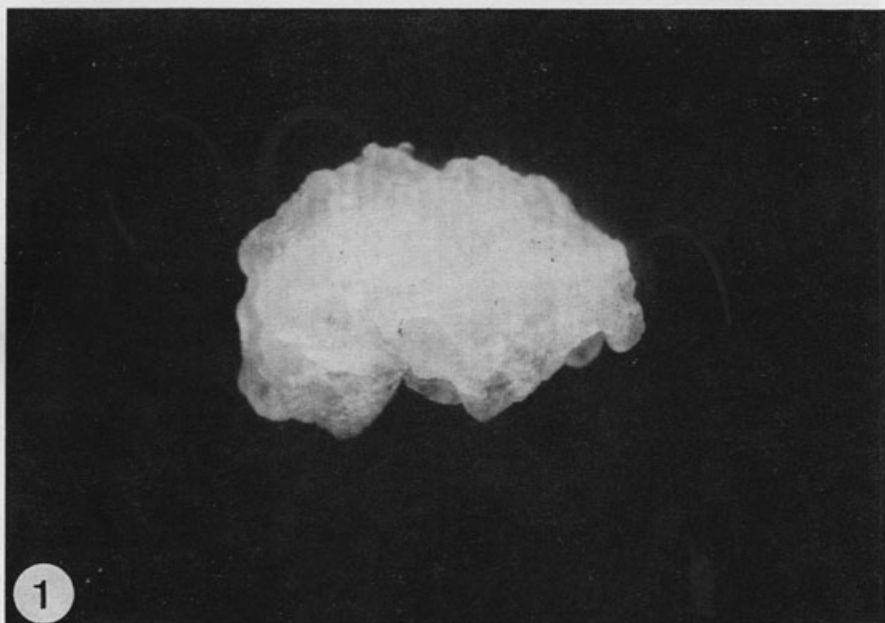
Fig. 2. — Longitudinal section through the embryo represented in Fig. 1. Note that the proliferation of the coleoptile tissue is accompanied by its intense folding; this folding is also clearly visible on the surface of the intact embryo (Fig. 1). Note the suppressed elongation of the embryo axis and also the non proliferation of the scutelar tissue (arrow). $\times 30$.

PLATE III

Anatomical study of callus initiation in mature excised embryos of Rye (*Secale cereale* L.) culture in medium B5 + 1 mg/l 2,4-D

Fig. 1.—Morphological aspect of a cultured embryo. 7 days incubation. $\times 9.5$.

Fig. 2.—Transversal section, at the region of the coleoptile, of the embryo represented in Fig. 1. Note the intense folding of the proliferating coleoptile tissue. The scutellum (arrow) does not show any proliferation. $\times 30$.



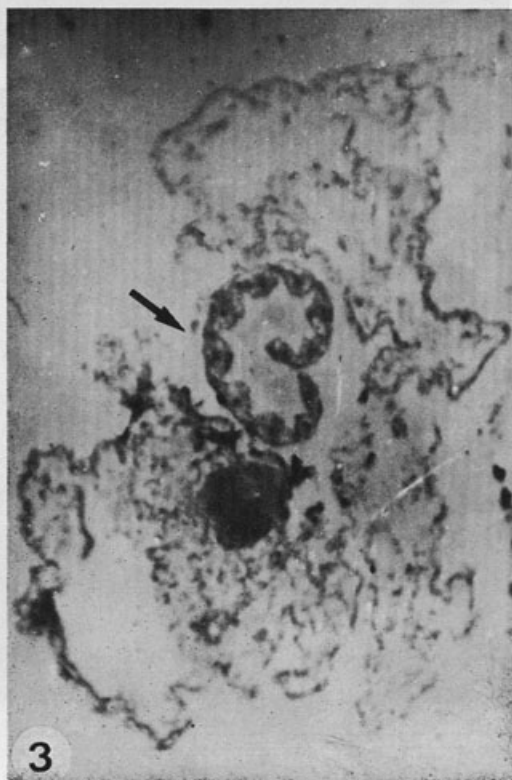
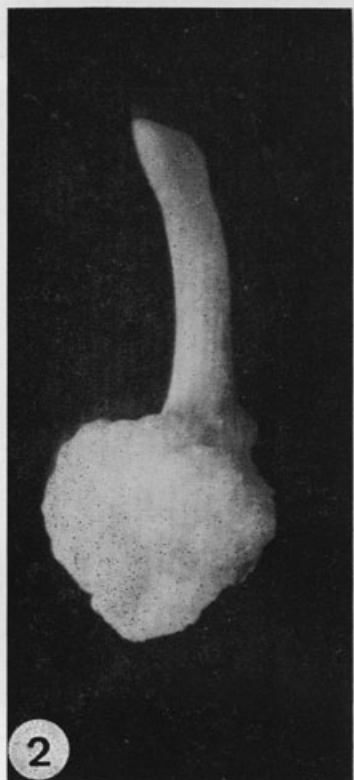
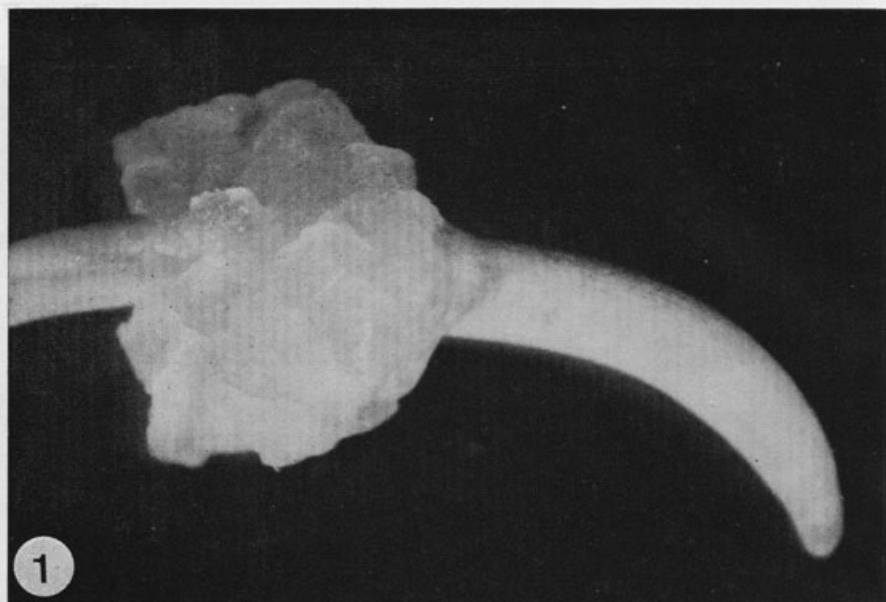


PLATE IV

Anatomical study of callus initiation in excised coleoptiles
of Rye (*Secale cereale* L.) cultured in medium
B5 + 1 mg/l 2,4-D

- Fig. 1. — Morphological aspect of a callus arising in the middle region of the excised coleoptile. 7 days of incubation. $\times 9.5$.
- Fig. 2. — Another example of a callus developed at the basal cut end of the excised coleoptile. 7 days of incubation. $\times 9.5$.
- Fig. 3. — Transversal section of the callus represented in Fig. 1. The folding of the proliferating coleoptile tissue is identical with the one observed in cultured excised embryos (see Plate I, fig. 3; Plate II, fig. 2 and Plate III, fig. 2). The enclosed immature leaf (arrow) does not show any trace of proliferation. $\times 30$.

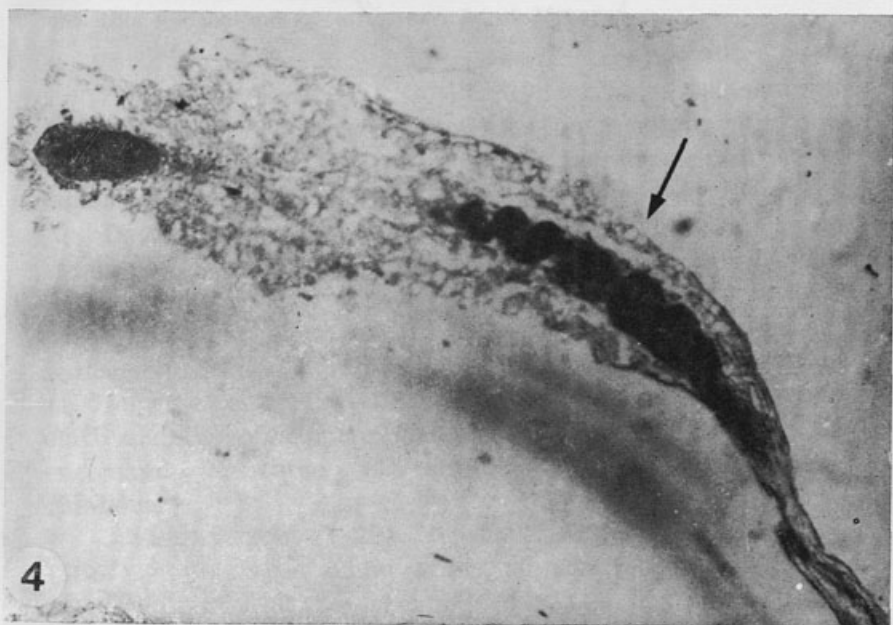
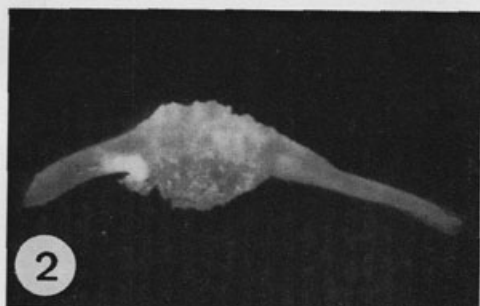
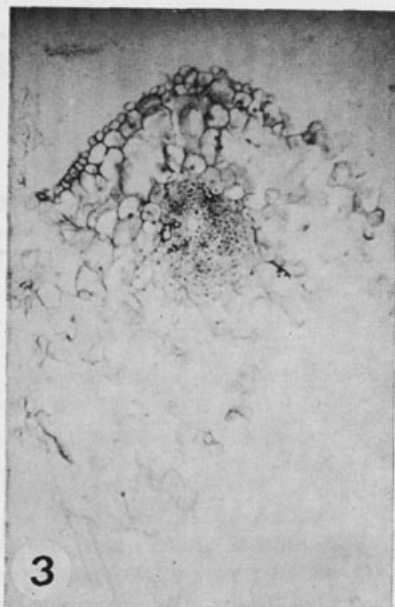
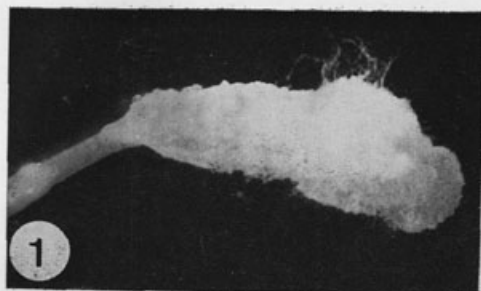
PLATE V

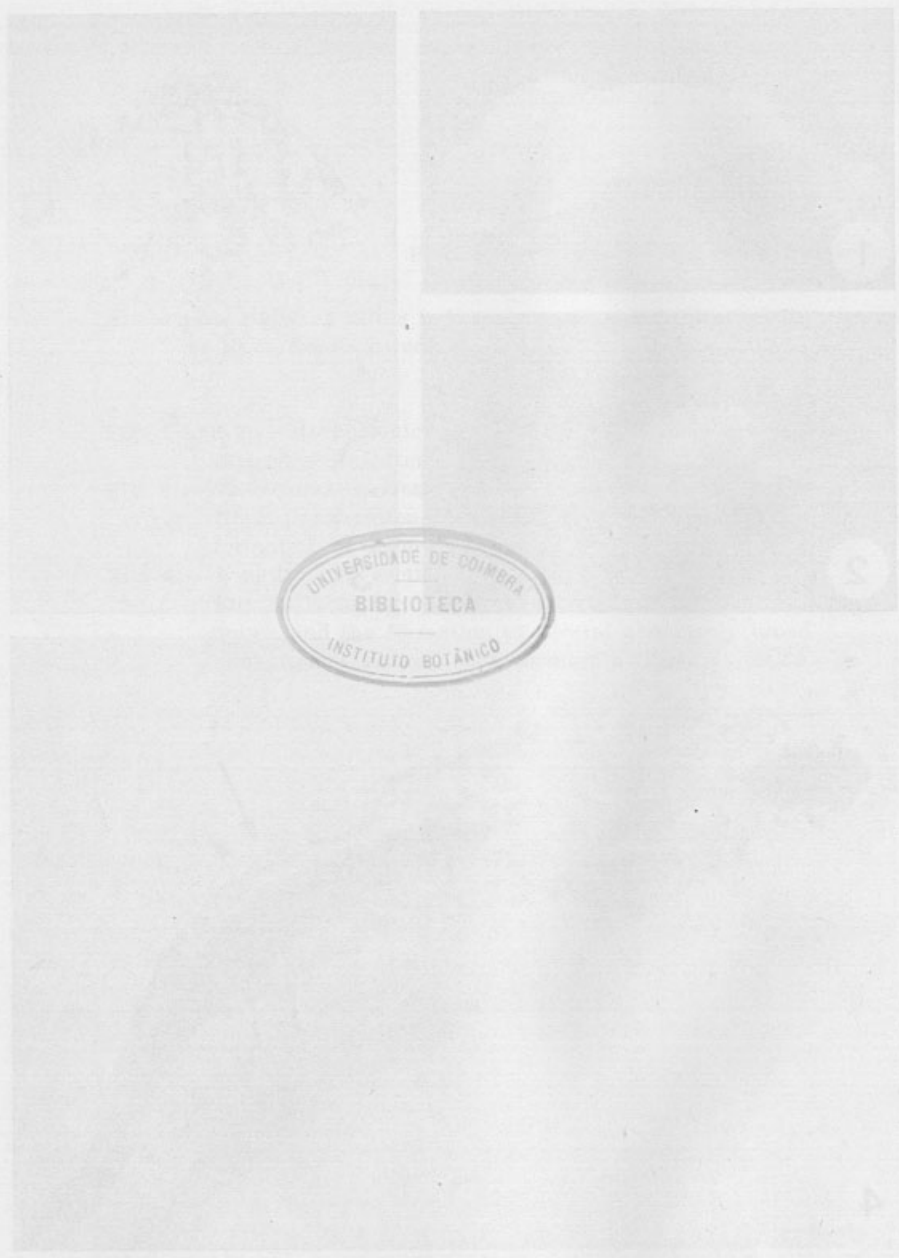
Anatomical study of callus initiation in excised root segments
of Rye (*Secale cereale* L.) cultured in medium
B5 + 1 mg/l 2,4-D

Fig. 1 and 2.—Morphological aspect of calluses arising in the
excised roots after 7 days of incubation. $\times 9.5$.

Fig. 3.—Transversal section of the callus represented in Fig. 2.
Note proliferation of the cortex parenchyma and
formation of several abnormal root primordia. $\times 30$.

Fig. 4.—Longitudinal section of the callus represented in
Fig. 1. Note the proliferation of the cortex paren-
chyma and the formation of several abnormally broad
and packed lateral root primordia (arrow). $\times 30$.





UNIVERSIDADE DE COIMBRA
BIBLIOTECA
INSTITUTO BOTÂNICO

LYCIUM BARBARUM L. EN MENORCA (BALEARES)

por

M. A. CARDONA

Departament de Botànica, Facultat de Biologia
Universitat de Barcelona

SUMMARY

The author state for the first time the presence of *Lycium barbarum* L. in the Balearic Islands: Torret (Sant Lluís, Menorca). The species, long ago cultivated, now is naturalized. It is very possible that, from RAMIS (1814), a mistake was made by different authors with this species and *L. europaeum* L. at Menorca.

Lycium barbarum L., Sp. Pl.: 192 (1753) (= *L. halimifolium* Miller, *L. vulgare* Dunal) es una especie cultivada desde hace muchos años en Menorca. Popularemmente se la denomina *ullastre d'ase*.

Desde 1814, año en que fué citada por primera vez de la isla por RAMIS (1814), parece que *L. barbarum* se ha venido confundiendo con *L. europaeum* L. OLEO (1859) considera a dicha planta como espontánea en Menorca aunque sin indicación de localidad; en cambio RODRÍGUEZ FEMENÍAS (1904) y KNOCHE (1921-1923) afirman que sólo la han visto cultivada. Por otra parte, BARCELÓ (1879-1881) dice haberla encontrado en estado silvestre en Andratx y Montcaire (Mallorca).

J. CAMBESSÈDES (1829), M. WILLKOMM (1876) y P. PORTA (1887) no incluyen dicho taxon en sus respectivas obras relativas a la Flora Baleárica y MARES & VIGINEIX (1880) repiten la cita de BARCELÓ.

DUVIGNEAUD (1979) incluye en su catálogo *L. europaeum* L. en Mallorca y en Menorca.

Nosotros hemos encontrado *L. barbarum* L. en estado silvestre en Torret (Sant Lluís, Menorca) junto a los muros de piedra seca, característicos del paisaje menorquín, que separan las fincas y los campos de cultivo e, incluso, en el interior de dichos muros los cuales, cuando este hecho ocurre, se derrumban. Creemos, pues, que *L. barbarum* L. en Menorca puede considerarse como subespontánea.

Nuestros pliegos de herbario se encuentran depositados en el Herbario del Instituto Botánico de Barcelona (BC).

L. barbarum, originario de China, se encuentra en casi toda Europa en forma cultivada o naturalizada (STEARNS 1972).

En la Península Ibérica es relativamente frecuente en Castilla la Nueva, norte de Aragón y de Navarra, País Vasco, Asturias, Galicia y Norte de Portugal según WILLKOMM & LANGE (1870). Sin embargo, PEREIRA COUTINHO (1939) en su Flora de Portugal, únicamente cita *L. barbarum* de Cintra y entre Setúbal y Palmela.

ASSO (1781), por su parte, cita dicho taxon de Senegués, cerca del río Gállego. Manifiesta su extrañeza respecto a que dicha planta, muy espinosa en estado natural, pierda las espinas al ser cultivada.

La cita anterior parece dudosa dado que en la localidad citada abunda *Hippophae rhamnoides* L., arbusto mucho más espinoso que *L. barbarum*. Por otra parte, *L. barbarum* se encuentra cultivado con cierta frecuencia en la región. Agradecemos dicha sugerencia al Dr. P. MONTSERRAT, del Centro de Biología Experimental de Jaca.

El área de distribución de *Lycium europaeum* L. comprende la región mediterránea y parte de Portugal; en la Península Ibérica se desarrolla preferentemente en la zona oriental y meridional desde el este de Aragón y Cataluña hasta Andalucía, el Algarbe, el Alentejo, Extremadura portuguesa y Beira litoral (WILLKOMM 1893; WILLKOMM & LANGE 1870; PEREIRA COUTINHO 1939 y SAMPAIO 1947).

Por otra parte, conviene señalar que *L. barbarum* se encuentra cultivado con frecuencia en Córcega donde se

encuentra también subespontáneo (cerca de Ajaccio). En cambio, *L. europaeum* es muy raro en dicha isla; sólo se ha citado, por lo que sabemos (BRIQUET & DE LITARDIÈRE 1910-1955) de Macinaggio, en las arenas de la playa situada al norte de dicha ciudad.

No es de extrañar, dada el área de distribución de ambas especies, que *L. barbarum* fuera confundido, como parece, con *L. europaeum* en Menorca.

BIBLIOGRAFIA

- ASSO, I.
1781 *Mantissa stirpium indigenarum Aragoniae*. Columella.
- BARCELÓ, F.
1879-81 *Flora de las Islas Baleares*. Palma de Mallorca.
- BRIQUET, J. & LITARDIÈRE, R. DE
1910-55 *Prodrome de la Flore Corse*. Paris.
- CAMBESSÈDES, J.
1829 Enumeratio plantarum quas in insulis Balearibus collegit J. CAMBESSÈDES. *Mém. Mus. Hist. Nat. Paris* 14: 173-335.
- DUVIGNEAUD, J.
1979 *Catalogue provisoire de la Flore des Baléares*. 2ème. ed. Société pour l'échange des plantes vasculaires de l'Europe Occidentale Suppl. fasc. 17, 1976-77. Liège.
- KNOCHE, H.
1921-23 *Flora Balearica* (vol. II). Montpellier.
- MARES, P. & VIGINEIX, G.
1880 *Catalogue raisonné des Plantes vasculaires des îles Baléares*. Paris.
- OLEO, R.
1859 Catálogo por familias de las plantas recogidas en la isla de Menorca. *El Droguero Farmocéutico*, Valladolid.
- PEREIRA COUTINHO, A. X.
1939 *A Flora de Portugal* (2.ª ed.). Lisboa.
- PORTA, P.
1887 Stirpium in insulis Balearium, anno 1885 collectarum enumeratio. *Nuovo Gior. Bot. Ital.* 19: 276-328.
- RAMIS, J.
1814 *Specimen animalium vegetabilium et mineralium in insula Minorca frequentorum ad norman Linneani systematis*. Mahón.
- RODRÍGUEZ FEMENIAS, J. J.
1904 *Flórula de Menorca*. Mahón.
- SAMPAIO, G.
1974 *Flora portuguesa* (2.ª ed.). Porto.

STEARNS, W. T.

1972 In *Flora Europaea* 3: 194. Cambridge.

WILLKOMM, M.

1876 Index plantarum vascularium quae in itinere vere 1873 suscepto in insulis Balearum legit et observavit Mauritius Willkomm. *Linnaea* 40: 1-134.

1893 *Prodromus Florae Hispanicae. Supplementum*. Stuttgart.

WILLKOMM, M. & LANGE, J. M.

1870 *Prodromus Florae Hispanicae* (vol. II). Stuttgart.

CHLOROPLAST MICROTUBULES IN SOME CAM-PLANTS¹

I. SANTOS & R. SALEMA *

Instituto de Botânica e Centro de Citologia Experimental
Universidade do Porto

INTRODUCTION

REFERENCES to microtubules in the stroma of chloroplasts are few and far between. They were first reported in algal chloroplasts, namely *Oedogonium* (HOFFMAN, 1967), *Chara*, *Volvox*, and *Nitella* (PICKETT-HEAPS, 1968), *Leathesia difformis* (COLE *et al.*, 1968) and *Bulbochaete* (RETALLACK & BUTLER, 1972), and later described in chloroplasts of a higher plant, *Sedum telephium* L. (BRANDÃO & SALEMA, 1974) where they assume the form of huge paracrystalline inclusions. Later on it was found that microtubules could be forced to form by subjecting CAM-facultative plants to salt stress (SALEMA & BRANDÃO, 1978), conditions which prompted the functioning of the referred type of photosynthesis, thus relating such structure to CAM activity.

These results pointed to the interest to search for the presence of microtubules in the stroma of chloroplasts of various plants known to belong to the above mentioned group. Results of such study are reported in the present paper, together with some considerations concerning the location and diurnal behaviour of the structure.

¹ Part of the results presented were extracted from the Ph. D. thesis of Dr. ISABEL SANTOS.

* Presented in honour of Professor Dr. ABÍLIO FERNANDES of the Botany Institute of Coimbra.

MATERIAL AND METHODS

Young as well as mature leaves of *Umbilicus rupestris* (Salisb.) Dandy, *Kalanchoë fedtschenkoi* Hamet & Perr., *K. Quartiniana* Rich. × *K. Blossfeldiana* Porlen, *Sedum spectabilis* Bor., *Lithops* sp., *Hoya carnosa* R. Br., *Aloë arborescens* Mill. and *Euphorbia trigona* Haw., grown under open green-house conditions, were fixed for electron microscopy with 2.5% glutaraldehyde, followed by 2% osmium tetroxide in NaOH-PIPES buffer (SALEMA & BRANDÃO, 1973). Dehydration took place through an acetone series and the specimens were embedded in Epon through propylene oxide (LUFT, 1961). Sectioning was done with an IKB Ultratome III using diamond knife. Sections were contrasted with uranyl acetate (saturated solution on alcohol at 50% with 1% of acetic acid) (VALENTINE, personal communication, 1965) and/or lead citrate (REYNOLDS, 1963). Observations were carried out with either an AEI EM 6G or a Siemens Elmiskop 1A, at 80 kv, using a 200 μm condenser and a 50 μm objective aperture. Agfa Gevaert 23D 50 cut film was used for photographic recording.

RESULTS

Chloroplasts of *Umbilicus rupestris* are large, with abundant thylakoids, which form numerous grana. Laying on the stroma, among the membranous system, microtubular aggregates were observed, in general more or less centrally located in the plastid (Fig. 1). Very often 2-4 aggregates could be seen adressed against each other (Fig. 1), interestingly enough the elements which make them up all displaying the same orientation. Cross-sectional views (inset, Fig. 1) clearly show the characteristic hexagonal arrangement.

In the stroma of *K. fedtschenkoi* chloroplasts various aggregates are common, each of them formed by some 20-50 microtubules, laying close together, some touching, others nearby (Fig. 2). The spatial orientation of these aggregates is not the same and, for this reason, in one

section they can be intercepted in various ways (Fig. 2). Again, hexagonal packing is clearly observed (Fig. 2, inset).

Microtubular aggregates were also observed in chloroplasts from *K. Quartiniana* × *K. Blossfeldiana* (Fig. 3); generally one aggregate is seen in each chloroplast section, and they are not very large, although they are regular and with parallel hexagonal packing. Only one aggregate in each section was also the rule with the chloroplast of *Sedum spectabilis*, and the microtubular inclusion if can not be said small can not also be classified as large (Fig. 4). Small groups of microtubules were found in the stroma of chloroplasts of *Lithops* sp. (Fig. 5). However, no such structures were observed in the chloroplasts of *Hoya carnosa*, *Aloe arborescens* and *Euphorbia trigona*.

DISCUSSION

Microtubules in chloroplasts of a higher plant were first reported for *Sedum telephium* (BRANDÃO & SALEMA, 1974) where they appear as huge aggregates, some of them with more than 10,000 elements. As a consequence of the parallel hexagonal packing assumed by them, each one is surrounded by six others. This arrangement and their number, clearly set them apart from the few reports of microtubules in algal chloroplasts (references under Introduction).

In the referred lower plants, microtubules always appear few in number and scattered in the stroma; in some cases they even have larger diameters.

Microtubules in *Sedum telephium* were first found in mesophyll chloroplasts and later also in plastids of other tissues, as stem cortex and stem growing region, nucellus, root cortex and root meristem. The number of microtubules for plastid ranks from various thousands in chloroplasts, to just few, isolated ones in proplastids. This pointed to a possible relationship with chloroplast activity and, since this plant uses CAM pathway, very likely with a special type of photosynthesis.

Added support to this expectancy came from experiments with CAM-facultative plants (SALEMA & BRANDÃO, 1978)

in which chloroplast microtubules could be induced, when such plants were forced to switch to the referred photosynthetic scheme, and allowed to vanish by releasing them from salt-stress.

In the literature there are references to periodic structures in the stroma of chloroplasts of *Kalanchoë pinnata* (LEE & THOMPSON, 1973) and *Opuntia basilaris* (FREEMAN, 1973), both of them CAM-plants, although the elements from which the inclusions are build up were not interpreted as microtubules. Interestingly enough, THOMPSON *et al.* in a later study (1977) considered the inclusion as made up from an enzyme of the CAM scheme.

Various CAM-plants have been under study in our laboratory, and data already available indicate that the protein from which chloroplast microtubules are build up very likely is an enzyme linked to the primary CO₂ fixation, possibly malic dehydrogenase (EC 1.1.1.37).

Searching various sections from leaf samples of *Hoya carnosa*, *Aloe arborescens* and *Euphorbia trigona* revealed no microtubules in their chloroplasts. It is well known that the absence of a given structure is much more difficult to prove than its occurrence, calling for a systematic survey of the different cell layers of the tissue under study, and even the observation of serial sections and, in the present case, only random sections from various blocks were made. Nevertheless, since randomly cut sections have a statistical value (BERGER, 1969), the probability to found microtubules in the referred species seems to be rather low. However, it must be stressed that in the case of leaves of *K. Quartiniana* × *K. Blossfeldiana* microtubules were observed only on the third cell layer, counted from the abaxial face. If microtubules appear in minute aggregates, or isolated and located in the chloroplasts of specific cell layers, a possibility exists that they can be missed even with random sectioning. This situation is even worsened by the fact that the amount of microtubules in chloroplasts shows a dramatic daily variation (in preparation), a condition which was took into consideration when the material was collected for preparation. Even so, the aforementioned conditions point

to the necessity to deepen the analysis of this type of material, before a definite conclusion can be drawn. It is, however, interesting to note that we have so far found microtubules only in chloroplasts of species belonging to the CAM NADP-malic enzyme (EC 1.1.1.40) rich subgroup and that *Hoya carnosa*, *Aloe arborescens* and *Euphorbia trigona* all belong to a different subgroup (DITTRICH *et al.*, 1973), in which secondary CO₂ is obtained through PEP-carboxykinase (EC 4.1.1.32).

A survey of more species, from both groups, is needed, and is currently under way in our laboratory.

REFERENCES

- BERGER, J. E.
1969 Optical diffraction studies of crystalline structures in electron micrographs. I. Theoretical considerations. *J. Cell Biol.*, **43**: 442-447.
- BRANDÃO, I. & SALEMA, R.
1974 Microtubules in chloroplasts of a higher plant (*Sedum* sp.). *J. Submicr. Cytol.*, **6**: 381-390.
- COLE, K.; BOURNE, V. & LIN, S. C.
1968 Electron microscope observations on chloroplasts of cultured *Leathesia difformis* (L.) Aresch. *Can. J. Genet. Cytol.*, **10**: 63-67.
- DITTRICH, P.; WILBUR, H. C. & BLACK, C. C.
1973 Phosphoenol pyruvate carboxykinase in plants exhibiting Crasulacean acid metabolism. *Plant Physiol.*, **52**: 357-361.
- HOFFMAN, L. R.
1968 Observations on the fine structure of *Oedogonium*. III. Microtubular elements in the chloroplasts of *Oe. cardiacum*, *J. Phycol.*, **3**: 212-221.
- LEE, R. E. & THOMPSON, A.
1973 The stromacentre of plastids of *Kalanchoë pinnata* Persoon. *J. Ultrastruct. Res.* **42**: 451-456.
- LUFT, J. H.
1961 Improvements in epoxy resin embedding methods *J. Biophys. Biochem. Cytol.*, **9**: 409-412.
- PICKETT-HEAPS, J. D.
1968 Microtubule-like structure in the growing plastids or chloroplasts of two Algae. *Planta*, **81**: 193-200.
- RETALLACK, B. & BUTLER, R. D.
1972 Reproduction in *Bulbochaete hiloensis* (Nordst) Tiffany. I. Structure of the zoospore. *Arch. Mikrobiol.*, **86**: 265-280.

REYNOLDS, E. S.

- 1963 The use of lead citrate at high pH as an electron-opaque stain in electron microscopy. *J. Cell Biol.*, **17**: 208-212.

SALEMA, R. & BRANDÃO, I.

- 1973 The use of PIPES-buffer in the fixation of plant cells for electron microscopy. *J. Submicr. Cytol.*, **5**: 79-96.
- 1978 Development of microtubules in chloroplasts of two halophytes forced to follow Crassulacean acid metabolism. *J. Ultrastruct. Res.*, **62**: 132-136.

THOMPSON, A. VOGEL, J. & LEE, R. E.

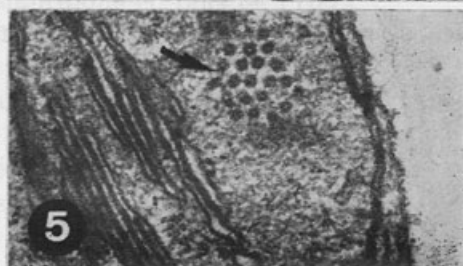
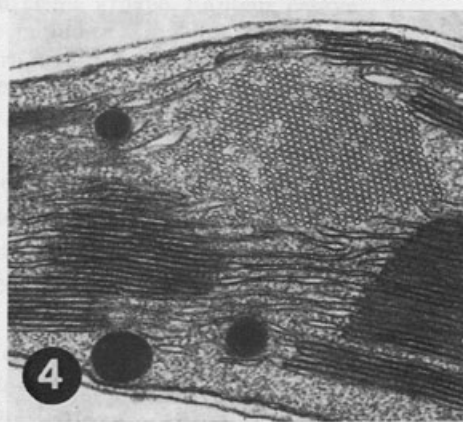
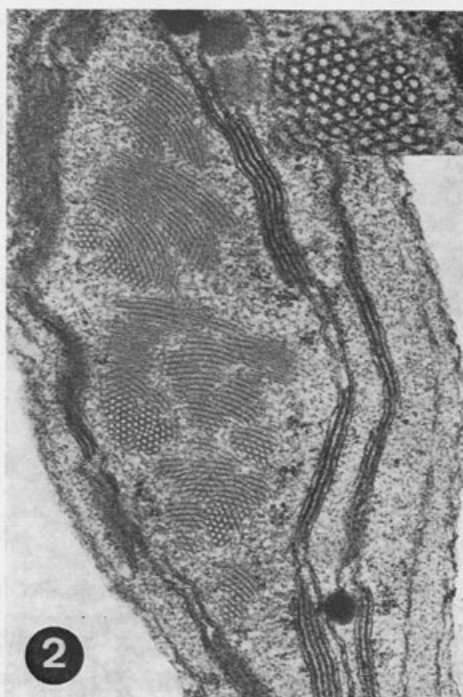
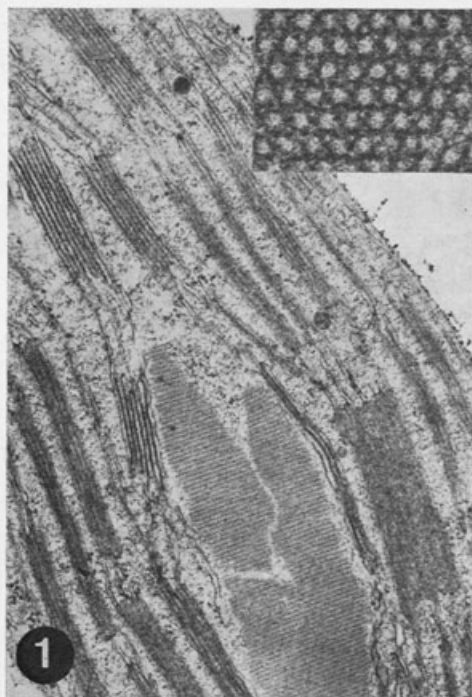
- 1977 Carbon dioxide uptake in relation to a plastid inclusion body in the succulent *Kalanchoë pinnata* Persoon. *J. Exptl. Bot.*, **28**: 1037-1041.

PLATE

X 00000

LEGENDS TO THE FIGURES

- Fig. 1. — Chloroplast of *Umbilicus rupestris*, with microtubular inclusions, in longitudinal view. 28,500 X. Inset — Higher magnification of microtubules in transection, showing parallel hexagonal packing. 180,000 X.
- Fig. 2. — Typical situation encountered in chloroplasts of *Kalanchoë fedtschenkoi*, with microtubules associated in various groups, differently oriented. 45,000 X. Inset — Microtubules with hexagonal packing, seen in transection. 140,000 X.
- Fig. 3. — Chloroplast from the hybrid *K. Quartiniana* X *K. Blossfeldiana*, showing a microtubular inclusion. It is noteworthy that the periodicity observed (distance between microtubules) is smaller than in the other pictures, which is a consequence of the tilting of the specimen in relation to the electron beam. 36,500 X.
- Fig. 4. — Transection view of a microtubular inclusion in the stroma of a chloroplast from *Sedum spectabilis* leaf. 48,000 X.
- Fig. 5. — Small group of microtubules (arrow) in a chloroplast of *Lithops* sp., which although not tightly packed show hexagonal arrangement. 70,000 X.





UNE NOUVELLE MOUSSE DE MADÈRE *THAMNOBRYUM FERNANDESII* N. SP.

par

CECÍLIA SÉRGIO

Instituto Botânico — Faculdade de Ciências,
1294 Lisboa Codex

RÉSUMÉ

On décrit une nouvelle espèce de *Thamnobryum* (Musci) de la flore de Madère. On l'a nommée *T. fernandesii* en hommage au Prof. A. FERNANDES. Elle a été herborisée en trois localités à une altitude de 1200-1500 mètres par divers collecteurs. Se basant sur la distribution géographique des espèces du même groupe, l'Auteur essaye de donner des explications sur la discontinuité de l'aire du genre. Des types significatifs et semblables d'aire disjointes sont cartographiés. Une nouvelle combinaison — *Thamnobryum assimile* (Broth.) C. Sérg. — est établie.

NOUS avons été amenés à reviser les échantillons de *Thamnium angustifolium* indiqués par A. LUISIER (1953) à Madère, après une objection qui nous avait été posée par le Dr. GILBERT de Scheffield, concernant l'existence de cette espèce dans cette île.

Nous avons eu la possibilité d'examiner le spécimen de l'Herbier de A. LUISIER (IN) identifié comme *Thamnium angustifolium* et aussi quelques échantillons en plus de l'Herbier du Seminário do Funchal (MADS), de l'Herbier du Museu Municipal do Funchal (MADM) et de l'Estação Agronómica Nacional de Lisboa (LISE), quelques uns desquels n'étaient pas identifiés.

Nous avons eu la surprise de trouver parmi ces matériaux un *Thamnobryum* avec des feuilles à nervures très large à la base, aussi excurrente et du groupe indiqué par

BROTHERUS (1925) seulement dans les îles Juan Fernandez près du Chili. Il était sans doute bien distinct de *T. angustifolium* par la forme de la feuille, nervure et denticulation de l'apice.

Nous avons hésité avant d'inclure cette mousse dans le groupe des *Thamnobryum* de l'Amérique du Sud, mais tout de suite, après l'examen du type de *Thamnium rigidum* de l'Herbier de Paris (PC) et des types de *T. assimile* et *T. proboscideum* de Stockholm (S), nous avons confirmé la ressemblance des échantillons de Madère avec ces espèces des îles Juan Fernandez.

À ce moment nous sommes sûrs de décrire une nouvelle espèce de *Thamnobryum* pour la flore de Madère, *T. fernandesii*, et de l'inclure dans le groupe des *Thamnobryum* à nervure excurrente, très large à la base, et bien proche de *T. proboscideum* et *T. assimile*.

Le degré de variabilité de quelques caractères morphologiques parmi les *Thamnobryum* est grand. Cependant, la forme et l'excurrente de la nervure et des apices des feuilles sont assez stables chez chaque espèce et considérées comme des caractères taxonomiques importants.

Les anciens taxa ont été en général décrits par la méthode classique, les descriptions ne comportant aucune ou peu d'indications sur l'anatomie de la section de la feuille et de la nervure. À ce jour, il est bien indispensable de recourir à l'examen des types pour aboutir à une conclusion.

Ainsi, après avoir examiné les types, nous avons eu de grands doutes sur l'inclusion de *Thamnium assimile* Broth. dans la synonymie de *Thamnobryum rigidum* (Mitt.) H. Robinson, puisque la nervure de la deuxième espèce est assez étroite et elle n'est pas élargie à la base, ce qui arrive chez le groupe *T. assimile* — *T. proboscideum*. À notre avis, il s'agit certainement de trois espèces distinctes. KINDBERG (1902) a considéré *T. rigidum* comme synonyme de *T. pumilum* (Hooker et Wilson) Kindb. de l'Amérique australe et de l'Australie et Tasmanie. Cependant, cette synonymie n'est pas aussi exactement établie, puisque les deux espèces sont distinctes. V. F. BROTHERUS (1909 et 1924-1925) a indiqué trois espèces distinctes dans ce groupe: *T. assimile* Broth.,

T. crassinervium Broth. et *T. proboscideum* Broth. Donc, selon notre opinion, ce groupe sera constitué par *Thamnobryum proboscideum* (Broth.) H. Robinson, *T. rigidum* (Mitt.) H. Robinson (*T. crassinervium* Broth. inclus.), *T. assimile* (Broth.) C. Sér. ¹ et maintenant en plus *T. fernandesii* C. Sér. ² dont la description se suit:

***Thamnobryum fernandesii*, sp. nov.**

Plantae steriles usque ad 15 cm altae, dendroideae, robustae, rigidae, brunneae vel viridi-brunnescentes. Caulis primordialis repens, rhizomatosus, brevis, crassiusculus, stoloniferus. Caulis secundarius erectus, inferne simplex, superne ramosus, rami irregulariter pinnati, omnes in eandem directionem curvati. Folia caulina inferiora squamiformia, scariosa, minima, adpressa, remota; caulina superiora et ramealia majora, 1,5-3 mm longa et 0,3-0,5 mm lata, lineari-lanceolata, subulato-acuminata, margine plana et integra sed prope apicem remote ac irregulariter, breviterque denticulata, erecto-patula, ± contorta et in apicem caulis ramorumque incurvata, laxe imbricata; lamina in mediana parte utroque latere 15-25 seriebus cellularum constituta (in 1-2 stratis dispositis); costa valida, sursum angustata et ad apicem subexcurrens vel excurrens, basin versus ampliata, in basi ipsa 100-200 μ lata, 1/2-2/3 latitudinis folii occupans, fere homogena, in sectione transversale 6-9 seriebus stereidarum instructa, haec autem a lamina paullo distincta et in eadem basi fere usque ad utramque marginem in 2-3 strata

¹ Le nom *Thamnum* a été employé tout d'abord par KLOTZSCH (in *Linnaea* 12: 223, 1838) pour un genre d'*Ericaceae*, le nom *Thamnum* B. S. G. (*Bryol. Eur.* 5: 211, 1852) étant donc un hom. illeg.

Thamnobryum a été créé pour substituer *Thamnum* B. S. G. et les combinaisons nouvelles respectives ont été faites à l'exception de celle concernant *Thamnum assimile* Broth. que nous faisons ci-dessous.

***Thamnobryum assimile* (Broth.) C. Sér., comb. nov.**

Basion.: *Thamnum assimile* Broth. in *Skottsbl. Nat. Hist. Juan Fernandez Islands* 2 (3): 433 (1924).

² Nous sommes heureuses de dédier cette espèce à M. le Prof. Dr. A. FERNANDES de Coimbra, à l'occasion de l'hommage qui lui a été prêté.

gradatim transiens. Cellulae superiores et mediane laminae $15-30 \times 5-12 \mu$, interdum in stratis 2 dispositae, irregulares, triangulares, usque rhombeo-hexagonales, eae versus basin folii paullo elongatiores. Plantae fertiles ignotae.

Habitat in Insula Madeira, in saxis inundatis rivuli «João Fernandes», pr. pagum vulgo dictum «Boaventura», ubi, die 27-IX-1951 a *Nobrega* sub n.º 263, collectum. Holotypus in MADS; isotypus in LISU et in IN.

Specimina altera.

Insula Madeirae: «Vereda do Pico Ruivo para Caldeirão Verde», IX-1950, *Nobrega* (MADS; LISU); «Levada do Caldeirão Verde para Sant'Ana», IX-1941, *J. M. Carvalho* (LISE; LISU); s. l., s. d. *Costa 116* (MADS; LISU).

T. proboscidei et *T. assimile* proximum sed ab eis foliis angustioribus et plus acuminato-subulatis; seriebus cellularum laminae minus numerosis (utroque latere 15-25 necque 50-55 seriebus); costa a lamina non distincte delimitata, in utroque latere in 2-3 strata cellularum a basin marginem attingentia, praecipue differt.

Ab *T. proboscidei* cellulis foliorum 2-3 nec 1-straticata differt at ab *T. assimile* basi foliorum fere costa reducta nec costa in lamina distincte producta.

Plantes stériles jusqu'à à 15 cm de haut, dendroïdes, robustes, rigides, brunes ou d'un vert-brunâtre. Tige primaire rampante, rhizomateuse, courte, un peu épaisse, stolonifère. Tige secondaire dressée, inférieurement simple, ramifiée vers le haut, à ramification \pm pennée et à rameaux irréguliers, souvent tous les rameaux courbés et dirigés vers le même côté. Feuilles caulinaires inférieures très réduites, formées presque uniquement par la nervure, scamiformes, appliquées; feuilles caulinaires supérieures et celles des rameaux $1,5-3 \times 0,3-0,5$ mm, linéaires-lanceolées, subulées-acuminées, entières mais à quelques dents irrégulières et courtes vers le sommet, étalées-dressées, \pm tordues, courbées à l'apex, lâchement imbriquées; limbe à 15-25 rangées de cellules (d'un et d'autre côté de la nervure) au milieu de

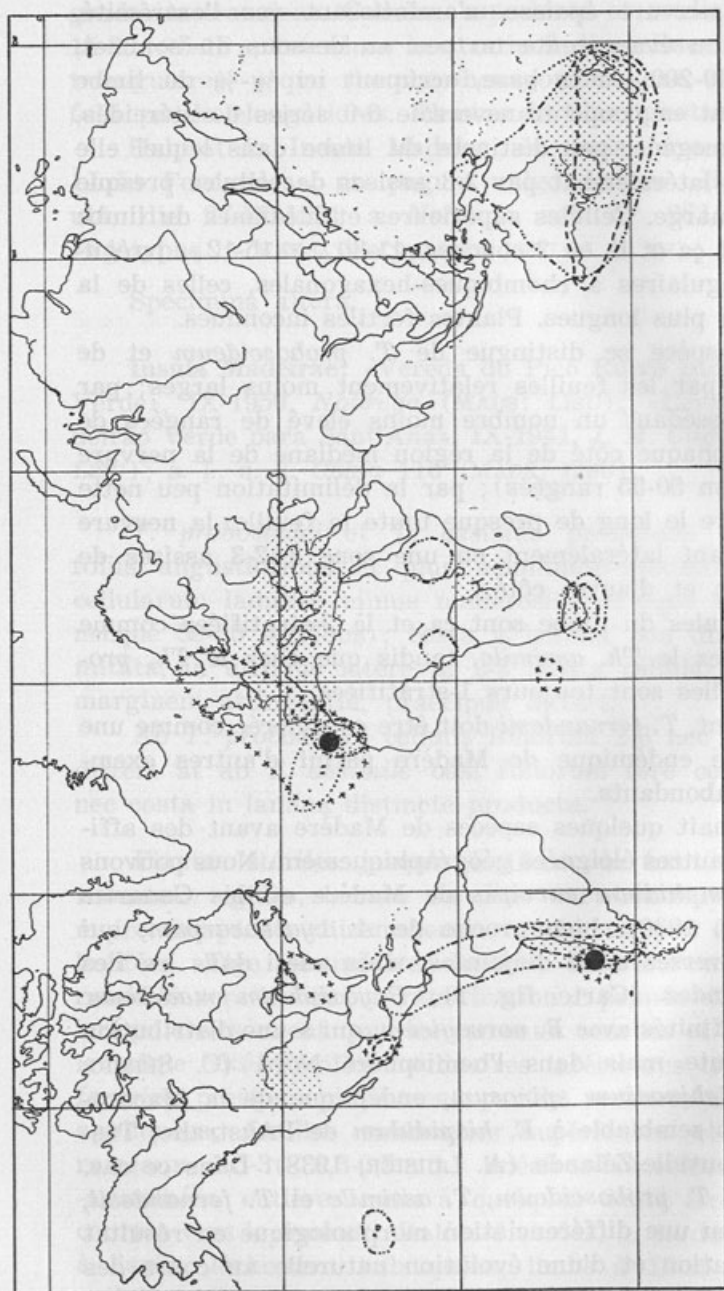
la feuille; nervure épaisse, s'amincissant vers l'extrémité, excurrente ou évanescence un peu au dessous du sommet, large de 100-200 μ à la base, occupant ici $\frac{1}{2}$ - $\frac{2}{3}$ du limbe et présentant en coupe transversale 6-9 séries de stéréides, presque homogène, peu distincte du limbe dans lequel elle se prolonge latéralement par 2-3 assises de cellules presque jusqu'à la marge. Cellules supérieures et médianes du limbe se disposant çà et là en 2 couches, 11-30 μ \times 15-12 μ , irrégulières, triangulaires à rhombiques-hexagonales, celles de la base un peu plus longues. Plantes fertiles inconnues.

Cette espèce se distingue de *T. proboscideum* et de *T. assimile* par les feuilles relativement moins larges; par le limbe possédant un nombre moins élevé de rangées de cellules de chaque côté de la région médiane de la nervure (15-25 et non 50-55 rangées); par la délimitation peu nette de la nervure le long de presque toute la feuille, la nervure se prolongeant latéralement en une zone à 2-3 assises de cellules d'un et d'autre côté.

Les cellules du limbe sont çà et là 2-stratifiées comme il arrive chez le *Th. assimile*, tandis que chez le *Th. proboscideum* elles sont toujours 1-stratifiées.

À présent, *T. fernandesii* doit être considérée comme une autre espèce endémique de Madère parmi d'autres exemples assez abondants.

On connaît quelques espèces de Madère avant des affinités avec d'autres éloignées géographiquement. Nous pouvons indiquer: *Amphidium curvipes* de Madère et des Canaries (A. LUISIER, 1930), bien proche de *A. cyathocarpum*, qui existe en diverses aires disjointes, mais aussi dans les îles Juan Fernandez (Carte fig. 1); *Bryoxiphium maderense* ayant des affinités avec *B. norvegicum*, qui a une distribution aussi disjointe mais dans l'hémisphère Nord (C. SÉRGIO, 1976); et *Echinodium spinosum*, endémique de la Macaronésie et très semblable à *E. hispidulum* de l'Australie, Tasmanie et Nouvelle-Zélande (A. LUISIER, 1938). Dans ce cas, comme chez *T. proboscideum*, *T. assimile* et *T. fernandesii*, il y aurait eu une différenciation morphologique en résultat d'une adaptation et d'une évolution naturelle au cours des siècles. Ainsi, les caractères distinctifs de ces espèces sont



- - *Thamnobryum* gr. *proboscideum-fernandesii* - *Leptodon smthii* - *Echinodium*
 - - - - - *Amphidium* gr. *cyathicarpum-curvipes* + + + + - *Plagiochilija corniculata* - - - - - *Triquetrella*

Carte 1. — Répartition de *Thamnobryum* gr. *proboscideum-fernandesii* en corrélation avec divers types d'aires disjointes de Bryophytes.

bien précis et nous admettons que les modifications proviennent d'une évolution en deux stations géographiquement éloignées et que les facteurs écologiques n'ont pu contribuer que dans une courte échelle à la différenciation des deux taxa.

On a beaucoup écrit au sujet des disjonctions, en ce qui concerne les Bryophytes (TH. HERZOG, 1926; P. ALLORGE, 1931; T. POCS, 1960; I. ABRAMOV, 1969; W. B. SCHOFIELD, 1969, 1972; R. M. SCHUSTER, 1979, etc.), les Lichens (W. CULBERSON, 1972; R. G. WERNER, 1973, 1975) et les Phanérogames (HULTEN, 1958, C. E. WOOD JR., 1972, VAN STEENIS, 1971, J. P. BRENNAN, 1978, etc.)

Parmi les différentes interprétations pour chaque cas, telles que le transport par les vents, les courants, les oiseaux migrateurs ou l'action directe ou indirecte de l'homme, l'interprétation la plus probable pour certains des cas est basée sur des données géologiques en correspondance avec les conditions climatiques au cours de l'évolution des masses continentales.

Généralement, il est admis que les espèces ou les groupes d'espèces ou genres disjoints sont des types anciens, dont l'aire autrefois plus ou moins continue a été réduite par des phénomènes géologiques divers et en spécial par la dérive des continents.

Souvent les taxa disjointes appartiennent phytogéographiquement aux reliques du Tertiaire.

Pour l'île de Madère il n'y a pas de doute que, au Miocène, elle était déjà formée, aussi bien que toutes les autres îles Atlantiques (C. N. TAVARES, 1965). Et même quelques genres de plantes vasculaires comme *Clethra* étaient déjà incluses comme reliques du Tertiaire par CH. DARWIN (cf. C. N. TAVARES, 1965).

Les îles Atlantiques en spécial, aussi bien que la Péninsule Ibérique et le Nord de l'Afrique, sont des régions où les disjonctions sont à la fois très nombreuses et très frappantes.

Ce groupe de *Thamnobryum*, en particulier, sera un exemple de disjonction que nous appellerons de Macaronésio-Australe, un peu semblable à la disjonction Ibéro-Australe de P. ALLORGE (1931) de *Triquetrella* (*Pottiaceae*) et du

Fougère *Pleurosorus*, avec des espèces endémiques ibériques (*T. arapilensis* et *Pleurosorus hispanicus*).

Parmi les Bryophytes, il existe plusieurs exemples en plus avec des disjonctions analogues, comme *Leptodon smithii*, les genres *Echinodium* et *Amphidium* et *Plagiochila corniculata* (syn. *P. tridenticulata*), mais ayant des microaires plus étendus.

Le parallélisme est très marqué et nous pouvons le vérifier chez les cinq exemples (carte 1) que possèdent deux ou même quatre aires en commun entre elles et que le groupe *T. proboscideum*-*T. assimile*, et *T. fernandesii* existe dans une de ces aires.

Nous remarquerions encore que ces trois espèces de *Thamnobryum* sont dépourvues d'organes de reproduction et que, chez les espèces à seule propagation végétative, les disjonctions des aires sont fréquentes, étant admis que ces espèces auraient perdu leurs moyens de dessimination au cours des âges géologiques (P. ALLORGE, 1931).

Il est intéressant d'ajouter que ces *Thamnobryum* (*T. proboscideum*-*T. assimile* et *T. fernandesii*) ont une localisation très particulière ils existent tous en deux îles volcaniques qui ont, chacune d'elles, un climat semblable, l'une au Nord, l'autre au Sud (32° N-Madère et 34° S les îles J. Fernandez) et une altitude et physiographie semblables (la Madère 1200-1500 m et îles J. Fernandez de 1000-1700); les conditions écologiques doivent être à peu près les mêmes, bien que les références des récoltes soient peu précises. Pour *T. proboscideum* l'échantillon type possède seulement la référence suivante: cascade, où égoutte l'eau, et le type de *T. assimile* la suivant: cascade, près de l'eau. En plus nous avons observé que les échantillons de BERTERO étaient associés à *Fissidens rigidulus* espèce des endroits ruissellants.

Thamnobryum fernandesii colonise les fentes des rochers ruissellants, généralement ombragés, associé à *T. alopecurum*, *Fissidens taxifolius* var. *pallidicaulis*, *Mnium affine*, *Porella cordeana* et *Porella* sp. et possiblement dans l'association *Homalia subrecta*-*Thamnum alopecurum* Ges. (HÜBSCHMANN, 1971).

T. fernandesii avait été recoltée en trois localités de Madère à peu près entre 1200 et 1500 m, tout près de Pico Ruivo, en des endroits presque jamais dévassés par l'homme, d'un difficile accès (d'après le renseignement qui nous à été prêté par le Père M. NÓBREGA qui avait herborité les deux meilleures récoltes).

Nous pouvons donc conclure que *T. fernandesii* est un élément endémique de l'étage macaronésique supérieur (ROMARIZ, 1953) de caractère hygrophytique de la série Laurisilva de Madère.

Spécimens examinés:

Thamnobryum angustifolium (Holt) Crund. — England, Cresobrook Dale Derbyshire, 7.6.1978, Gilbert & S. Furness (LISU).

Thamnobryum assimile (Broth.) C. Sérg. — Juan Fernandez: Masatierra 6.2.1916, Quebr. Damagniar, vattenfall vid vattent, 248 m., Carl. o. Inga Skottsberg 350 (Isotype, S, sub *Thamnum assimile* Broth.).

Thamnobryum proboscideum (Broth.) H. Robinson — Juan Fernandez: Masatierra, vattenfallet; Pangal, St. 6, i rinn. vatten. 250 m s. m., 1.1.1917, Carl o. Inga Skottsberg 256 (Isotype, S, sub *Thamnum proboscideum* Broth.).

Thamnobryum rigidum (Mitt.) H. Robinson — Juan Fernandez, 1830 D. Bertero (Type, PC, sub *Hypnum?* *Porotrichum*, *Thamnum*); Juan Fernandez 9.1872, Ev. Cv. Reed (PC, sub *Porotrichum rigidum*); Juan Fernandez, Challenger Exped, 6.1876, Mr. Moseley (PC).

REMERCIEMENTS

Il nous est particulièrement agréable de remercier ici le Père M. NÓBREGA de Madère pour sa très précieuse collaboration et renseignements au sujet de ses récoltes; nous remercions aussi bien l'Ingénieur RUI VIEIRA des «Serviços Agrícolas do Governo Regional da Madeira» de son aimable accueil lors de mon séjour en 1979, qui a tenu à mettre à notre disposition la collection de A. LUISIER. Nous remer-

cions le Dr. GILBERT de l'envoi de l'échantillon de Grand Bretagne, aussi bien à Dr.^a E. NYHOLM de Stockholm (s) et Père CARVALHAIS de Santo Tirso (IN) qui nous ont prêté les précieux spécimens de leurs institutions.

Enfin nous remercions bien vivement la Dr.^a ROSETTE BATARDA FERNANDES qui a bien voulu élaborer la description latine de l'espèce et M. le Père M. PÓVOA DOS REIS qui a fait la révision de cette description.

BIBLIOGRAFIE

- ABRAMOV, I. I.
1969 De problemate endemismi Muscorum Frondosorum. *Acad. sci entificarum URSS, Inst. Bot. Nom. V. Komarovii*: 3-53.
- ALLORGE, P.
1931 Sur quelques types de disjonctions dans la flore muscinal ibérique. *Recueil de Travaux Cryptogamiques, Dédiés a L. Mangin*. Paris: 1-15.
- BARTRAM, E. B.
1957 Mouses collected during Dr. and Mrs. C. S. SKOTTBERG's expedition to the Juan Fernandez Islands, December 1954 to March 1955. *Arkiv für Botanik, Ser. 2, 4*: 29-43.
- BRENAN, J. P. M.
1978 Some aspects of the Phytogeography of Tropical Africa. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 65: 437-478.
- BROTHERUS, V. F.
1909 In A. ENGLER und K. PRANTL, *Die Natürlichen Pflanzenfamilien* 13, II, Leipzig.
1924 The Musci of Juan Fernandez Islands, in SKOTTBERG Nat. Hist. Juan Fernandez Islands and Easter Island 2.
1925 Musci, in ENGLER, *Die Natürlichen Pflanzenfamilien* 11, Leipzig.
- CULBERSON, W. L.
1972 Disjunctive distribution in the Lichen-forming Fungi. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 59: 165-173.
- ENGEL, J. J. & SCHUSTER, R. M.
1973 On some tidal zone Hepaticae from South Chile, with comments on marine dispersal. *Bull. Torrey Bot. Club.* 100, 1: 29-35.
- HERZOG, TH.
1926 *Geographie der Moose*. Jena.
- HÜBSCHMANN, A. VON
1971 Bryozoziologische Studien auf der Insel Madeira. *Nova Hedwigia* 22, 1-2: 423-467.
- HULTEN, E.
1958 *Amphi-Atlantic Plants*. Stockholm.

INOUE, H. & SHARP, A.

- 1976 Notes on *Plagiochila corniculata* (Dum.) Dum. from Mexico. *Bull. Nat. Sci. Mus. Sér. B (Bot.)* 2, 3: 77-78.

KINDBERG, N. C.

- 1902 Grundzüge einer monographie der Laubmoss-Gattung *Thamnum*. *Hedwigia* 41: 203-268.

LUISIÉR, A.

- 1926 Breves considerações sobre a Flora Briológica da Ilha da Madeira. *Associação Española para el Progreso de las Ciencias* VI: 153-155.
- 1930 Les Mousses de l'Archipel de Madère et en général des Iles Atlantiques. *Brotéria. Sér. Bot.* 24: 119-140.
- 1938 Les Mousses de l'Archipel de Madère et en général des Iles Atlantiques. *Brotéria. Sér. Cién. Nat.* 7: 78-95, 110-131.
- 1953 Recherches Bryologiques récentes à Madère (6 série) *Brotéria, Sér. Cién. Nat.* 22: 178-191.

MATTERI, C.

- 1973 El Genero *Breutelia* (*Bartramiaceae, Musci*) en la region Andino Patagonica. *Rev. del Museo Argentino de Ciencias Naturales «Bernardino Rivadavia», Botánica*, 4, 4: 321-360.

MITTEN, G.

- 1869 Musci Austro-Americani. *Journal the Linnean Society London* 12: 1-659.

NELSON, P. P.

- 1973 *Leptodon smithii* (*Musci, Neckeraceae*), a Genus New to North America. *The Bryologist* 76: 434-437.

POCS, T.

- 1960 Die Verbreitung von *Leptodon smithii* (Dicks.) Mohr und die Verhältnisse seines vorkommens. *Ann. Historico. Naturales Musei Naturalis Hungarici* 52, Pars Bot.: 169-176.

ROBINSON, H.

- 1975 The Mosses of Juan Fernandez Islands. *Smithsonian Contributions of Botany* 27: 1-88.

ROMARIZ, C.

- 1953 Flora da Ilha da Madeira. Pteridófitos. *Rev. Fac. Cién. Lisboa*. 2.^a série, C 3(1): 53-112.

SCHOFIELD, W. B.

- 1969-1970 Phytogeography of Northwestern North America: Bryophytes and Vascular plants. *Madroño* 20: 155-207.

SCHOFIELD, W. B. & CRUM, H. A.

- 1972 Disjunctions in Bryophyta. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 59: 174-202.

SCHUSTER, R. M.

- 1979 On the persistence and dispersel of transantartic Hepaticae. *Can. J. Bot.* 57: 2179-2225.

SEKI, T.

- 1973 Distributional patterns of The Patagonian Mosses. *Proceedings of The Japan Society of Plant Taxonomist* **3**, 1: 13-15.
1974 A Moss Flora of Provincia de Aisen, Chile. *Journ. Science Hiroshima University*, series B, 2 (Botany) **15**, 1: 9-101.

SERGIO, C.

- 1976 Deux nouveautés pour la flore bryologique des Açores. *Bol. Soc. Brot.* **50**, 2.^a série: 99-105.

STEENIS, G. J. VAN

- 1971 *Notofagus*, Key Genus of Plant Geography, in time and space, living and fossil, Ecology and Phylogeny. *Blumea* **19**, 1: 65-98.

TAVARES, C. N.

- 1965 A Ilha da Madeira: o Meio e a Flora. *Rev. Fac. Ciên. Lisboa*, sér. 2, C-13, 1: 51-174.

WERNER, R. G.

- 1973 Étude phyto- et paléogéographique de la flore lichénologique d'une île de la Corse. *Rev. Bryol. et Lichénol.* **39**, 2: 293-343.

WOOD, JR. C. E.

- 1972 Morphology and Phytogeography: The Classical Approach to Study of Disjunctions. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **59**: 107-124.

ZANTEN, B. O. VAN

- 1976 Preliminary report on germination experiments designed to estimate the survival chances of moss spores during aerial Trans-ociania Longe-rang dispersal in the Southern hemisphere with particular reference to New-Zealand. *Journ. Hattori Bot. Lab.* **41**: 133-140.



Taf. I

Fig. 1-10 — *Tamnodiscus* *sp.* (Horn) C. S. G. 9
 Sectio transversalis parte mediana folii
 Sectio transversalis parte mediana folii
 Sectio transversalis parte mediana folii
 Sectio transversalis parte mediana folii
 Sectio transversalis parte mediana folii
 Sectio transversalis parte mediana folii
 Sectio transversalis parte mediana folii
 Sectio transversalis parte mediana folii
 Sectio transversalis parte mediana folii
 Sectio transversalis parte mediana folii

TABULA



1972. Distributional patterns of the Patagonian Flora. *Proceedings of The Japan Society of Plant Taxonomists*, 2, 1: 13-15.

1974. A Field Flora of Patagonia de Andes, Chile. *Vegeta. Societ. Scandinavica Universitatis, Acta*, 5, 2, Boholm, 15, 1: 1-101.

1975. *Leaves and flowers*, part 1. *Vegeta. Societ. Scandinavica Universitatis, Acta*, 5, 2, Boholm, 15, 1: 1-101.

1973. *Vegeta. Societ. Scandinavica Universitatis, Acta*, 5, 2, Boholm, 15, 1: 1-101.

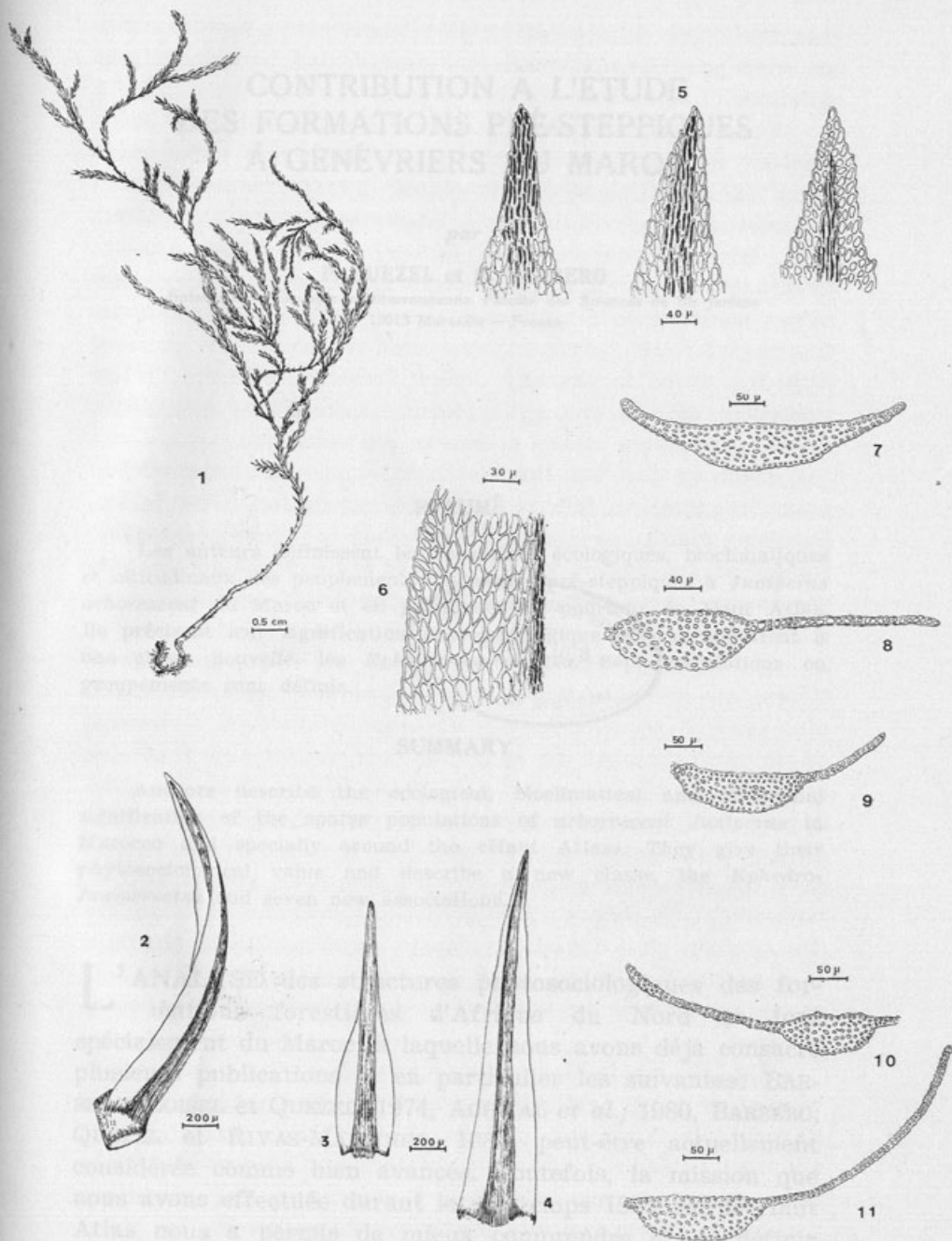
1973. *Vegeta. Societ. Scandinavica Universitatis, Acta*, 5, 2, Boholm, 15, 1: 1-101.

1973. *Vegeta. Societ. Scandinavica Universitatis, Acta*, 5, 2, Boholm, 15, 1: 1-101.

1973. *Vegeta. Societ. Scandinavica Universitatis, Acta*, 5, 2, Boholm, 15, 1: 1-101.

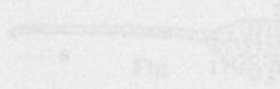
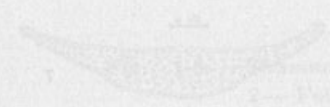
TAB. I

- Fig. 1-8. — *Thamnobryum fernandesii* C. Sér. 1 — Habitus. 2 — Folium in caule insertum. 3-4 — Folia ramealia. 5 — Apices foliorum. 6 — Cellulae partis mediane folii. 7 — Sectio transversalis basis folii. 8 — Sectio transversalis partis mediane ejusdem.
- Fig. 9-10. — *Thamnobryum assimile* (Broth.) C. Sér. 9 — Sectio transversalis basis folii. 10 — Sectio transversalis partis medianae ejusdem.
- Fig. 11. — *Thamnobryum proboscideum* (Broth.) H. Robinson. — Sectio transversalis partis medianae folii.





Tab. I



UNIVERSIDADE DE COIMBRA
BIBLIOTECA
INSTITUTO BOTANICO

CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DES FORMATIONS PRÉ-STEPPIQUES À GENÉVRIERS AU MAROC

par

P. QUEZEL et M. BARBERO

Botanique et Écologie méditerranéenne. Faculté des Sciences de St. Jérôme
13013 Marseille — France

RÉSUMÉ

Les auteurs définissent les caractères écologiques, bioclimatiques et altitudinaux des peuplements clairsemés pré-steppeux à *Juniperus arborescent* du Maroc et en particulier du pourtour du Haut Atlas. Ils précisent leur signification phytosociologique et les rapportent à une classe nouvelle, les *Ephedro-Juniperetea*. Sept associations ou groupements sont définis.

SUMMARY

Authors describe the ecological, bioclimatical and altitudinal signification of the sparse populations of *arborescent Juniperus* in Marocco and specially around the «Haut Atlas». They give their phytosociological value and describe a new classe, the *Ephedro-Juniperetea* and seven new associations.

L'ANALYSE des structures phytosociologiques des formations forestières d'Afrique du Nord et tout spécialement du Maroc, à laquelle nous avons déjà consacré plusieurs publications et en particulier les suivantes: BARBERO, LOISEL et QUEZEL, 1974, ACHHAL *et al.*, 1980, BARBERO, QUEZEL et RIVAS-MARTINEZ, 1980, peut-être actuellement considérée comme bien avancée. Toutefois, la mission que nous avons effectuée durant le printemps 1979 sur le Haut Atlas nous a permis de mieux comprendre et de définir

certain types de végétation d'où les éléments arborescents ne sont pas absents, mais qui posent des problèmes très spéciaux.

En effet, alors qu'en région méditerranéenne, les associations sylvatiques sclérophylles peuvent être rattachées dans leur quasi-totalité à la classe des *Quercetea ilicis* et à l'ordre des *Quercetalia ilicis* (BARBERO, LOISEL et QUEZEL, 1974, RIVAS-MARTINEZ, 1975, QUEZEL, BARBERO et AKMAN, 1978) et ceci, sur tout le pourtour de la méditerranée, certaines structures de végétation de répartition géographique très précise où dominant en général les Genévriers, les Ephedra, voire localement divers *Quercus*, restent d'interprétation difficile car, pratiquement aucune des caractéristiques des unités citées ci-dessus ne s'observent.

C'est en fait au Proche-Orient que nous avons défini pour la première fois ce type de végétation (ABI-SALEH, BARBERO, NAHAL et QUEZEL, 1976) sous le nom de végétation forestière pré-steppique. En effet, c'est sur les marges des vastes ensembles steppiques du Proche-Orient ou du Maghreb qu'elle s'observe essentiellement.

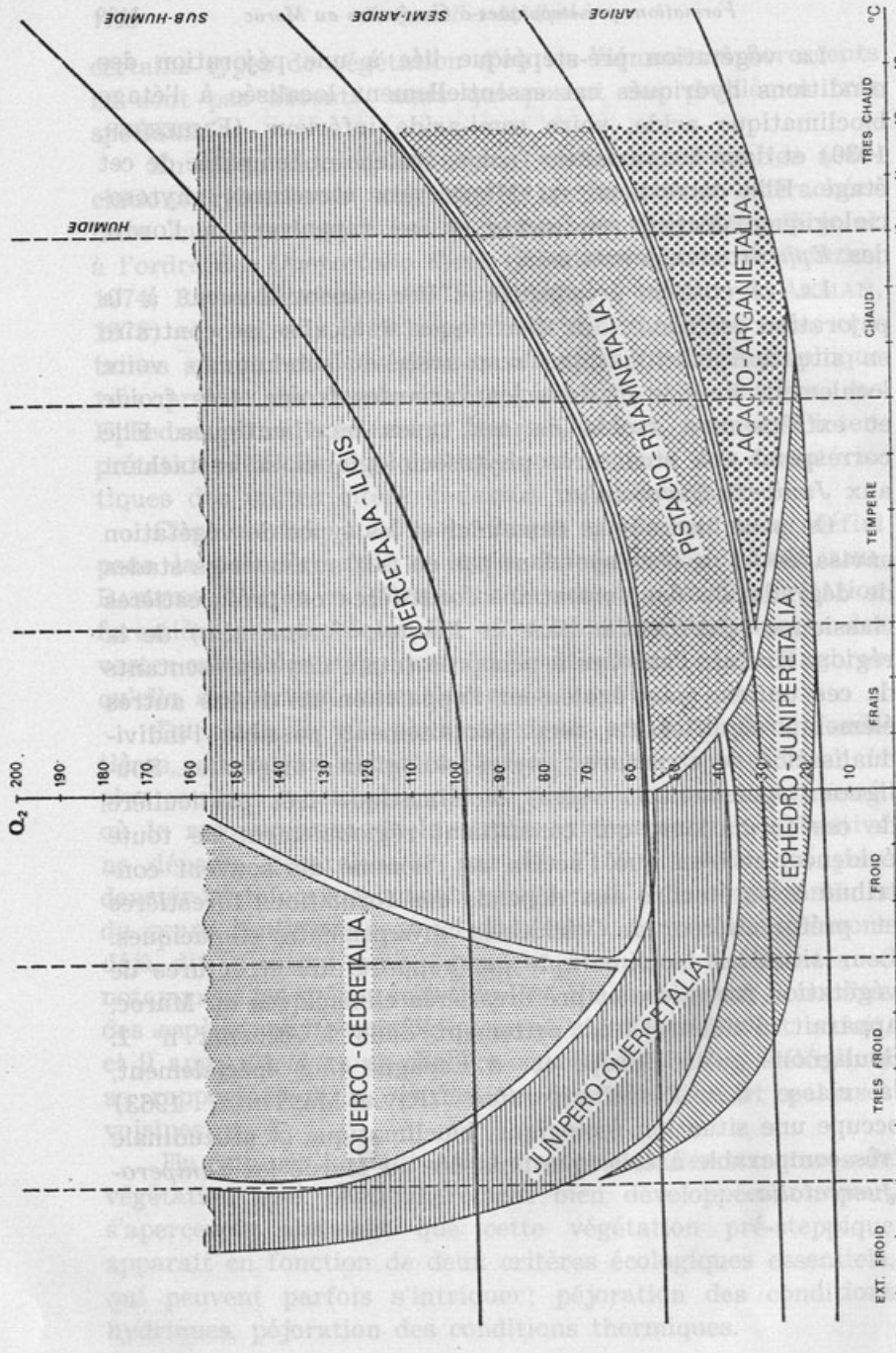
Du point de vue physiologique, ces formations forestières, ou mieux arborées, pré-steppiques, apparaissent le plus souvent constituées par un piqueté arboréen clairsemé, où le recouvrement de la strate arborescente et arbustive ne dépasse généralement pas 40 à 50 %, mais qui peut devenir toutefois localement quasi-fermé. Si les représentants du genre *Juniperus* sont ici dominants, comme nous l'avons déjà dit, d'autres genres peuvent être bien représentés et notamment les chênes sclérophylles. En sous-strate, le nombre des espèces phytosociologiquement significatives est réduit, et il apparaît alors un cortège souvent important d'éléments se rapportant à la végétation des fruticées et pelouses voisines.

En fait, sur le Haut Atlas marocain où les structures de végétation sont particulièrement bien développées on peut s'apercevoir aisément que cette végétation pré-steppique apparaît en fonction de deux critères écologiques essentiels, qui peuvent parfois s'intriquer; péjoration des conditions hydriques, péjoration des conditions thermiques.

La végétation pré-steppique liée à une péjoration des conditions hydriques est essentiellement localisée à l'étage bioclimatique aride, voire semi-aride inférieur (EMBERGER, 1930) et dans les variantes froide, fraîche et tempérée de cet étage. Elle correspond au Maroc aux structures phytosociologiques décrites ci-dessous et se rapportent à l'ordre des *Ephedro-Juniperetalia*.

La végétation pré-steppique liée essentiellement à la péjoration des conditions thermiques se localise au contraire en situation bioclimatique semi-aride et sub-humide, voire localement humide et dans les variantes froide, très froide et extrêmement froide de ces types bioclimatiques. Elle correspond aux structures phytosociologiques se rattachant aux *Junipero-Quercetalia*.

On peut bien sûr se demander si les types de végétation envisagés ici ne correspondent pas en fait aux ultimes stades de dégradation des formations forestières ou préforestières classiques (*Quercetalia ilicis* et *Pistacio-rhamnnetalia*) de la région. En fait l'absence à peu près totale des représentants de ces unités, mais également l'apparition de divers autres éléments significatifs, rend parfaitement possible l'individualisation de structures phytosociologiques originales. Soulignons également la valeur bioclimatique très particulière de ces formations, qui constituent régionalement de toute évidence, et bien que l'action de l'homme ait souvent contribué à les étendre aux dépens des formations forestières et préforestières, de véritables groupements climaciques. Leur situation bioclimatique par rapport aux structures de végétation forestière et préforestières climaciques au Maroc, apparait d'ailleurs très nettement dans le schéma n° 1. Soulignons qu'en Europe et en Espagne tout spécialement, la classe des *Pino-Juniperetea* (RIVAS-MARTINEZ, 1963) occupe une situation écologique, bioclimatique et altitudinale très comparable à celle que présente au Maroc les *Junipero-Quercetalia*.



SCHEMA N° 1.—Projection schématique sur le climagramme d'EMBERGER, des aires occupées au Maroc par les unités phytosociologiques correspondant aux formations climatiques de type forestier, préforestier et présteppe.

I — INTERPRETATION PHYTOSOCIOLOGIQUE

L'ensemble des structures phytosociologiques envisagées ici peut se rattacher à une classe spéciale, celle des *Ephedro-Juniperetea*, classe nouvelle, que les espèces suivantes permettent de caractériser :

Juniperus phoenicea subsp. *phoenicea*,
Juniperus oxycedrus subsp. *rufescens*,
Ephedra major var. *villarsii*,
Ephedra fragilis subsp. *cossonii*.

Cette classe, sans doute exclusivement nord-africaine, peut se subdiviser en deux ordres :

— l'ordre des *Ephedro majoris-Juniperetalia phoeniceae*, ordre nouveau, qui réunit les formations pré-steppiques à déterminisme xérique prédominant est caractérisé par :

Asparagus albus,
Cupressus atlantica,
Pistacia atlantica,
Rhus tripartitum,
Rhus pentaphylla,
Polygala balansae,
Warionia saharae.

— l'ordre des *Junipero thuriferae-Quercetalia rotundifoliae*, ordre nouveau qui regroupe au contraire les formations pré-steppiques à déterminisme thermique prépondérant est caractérisé par :

Berberis hispanica,
Buxus balearica,
Cotoneaster nummularia,
Crataegus laciniata,
Fraxinus dimorpha,
Juniperus thurifera var. *africana*,
Lonicera arborea,
Quercus rotundifolia,
Ribes atlanticum,
Rosa sicula.

Le choix des caractéristiques pose bien sûr quelques problèmes, et beaucoup d'entre elles se retrouvent dans d'autres unités phytosociologiques. En fait, cette situation n'est pas étonnante car, si l'on considère le schéma n° 1 il est évident que certaines espèces des *Pistacio-Rhamnetalia* et des *Acacio-Arganietalia* peuvent aisément pénétrer dans l'aire des *Ephedro-Juniperetalia* de la même façon que les espèces des *Pistacio-Rhamnetalia*, des *Quercetalia ilicis*, voire des *Quercu-Cedretalia* peuvent apparaître dans les *Junipero-Quercetalia*, et vice-versa.

En fait, l'ensemble des observations que nous avons maintenant effectuées au Maroc, nous ont convaincu que les espèces citées ci-dessus, présentent bien leur développement optimal tant du point de vue phytosociologique qu'écologique dans les unités phytosociologiques définies ici, du moins au Maghreb, et qu'elles constituent ou participent seulement là à des groupement climaciques, à l'exception toutefois de *Quercus rotundifolia* transgressif ici comme *Asparagus albus* des *Quercetea ilicis* et *Rhus pentaphylla* voire *Rhus tripartitum*, transgressifs localement des *Acacio-Arganietea*.

II — LES GROUPEMENTS SE RAPPORTANT AUX *EPHEDRO-JUNIPERETALIA*

Ils restent encore relativement mal connus, puisque nous n'avons eu l'occasion de les étudier avec une certaine précision que sur le revers septentrional du Haut Atlas central et en particulier dans la vallée du N'Fiss. Aussi les conclusions auxquelles nous arrivons ci-dessous ne peuvent être considérées que comme provisoires.

En fait les groupements des *Ephedro-Juniperetalia* du Haut Atlas semblent exister essentiellement aux étages aride et semi-aride inférieur et dans les variantes tempéré, fraîche et localement froide de ces bioclimats. Ils apparaissent donc sur les marges inférieures de la chaîne, mais également dans certaines vallées internes peu arrosées comme en particulier la vallée du N'Fiss. Ils sont essentiellement constitués par des formations plus ou moins clairsemées à *Juniperus phoe-*

nica, *Cupressus atlantica*, et plus localement à *Juniperus oxycedrus*.

Dès que les conditions climatiques deviennent plus favorables et tout spécialement lorsque les précipitations augmentent, ces structures de végétation cèdent la place à des peuplements pré-forestiers liés en général aux *Pistacio-Rhamnétalia* et où domine *Tetraclinis articulata*, voire *Pinus halepensis* et *Ceratonia siliqua* et situés surtout en ambiance bioclimatique semi-aride supérieure, puis au sub-humide, à des groupements forestiers à *Quercus rotundifolia* s'intégrant au *Quercetalia ilicis*.

Divers groupements et associations peuvent pour l'instant se rattacher aux *Ephedro-Juniperetalia*.

II.1 — Groupement subrupicole à *Warionia saharæ* et *Antirrhinum ramosissimum*

Les rochers et rocailles éruptives à forte inclinaison, hébergent entre 1000 et 1300 m, dans la vallée moyenne du N'Fiss, un groupement spécial dont les 2 relevés ci-dessous permettent de se faire une idée. A côté de *Warionia saharæ* toujours dominant l'on peut faire figurer parmi les autres caractéristiques *Antirrhinum ramosissimum* qui trouve ici une de ses stations les plus septentrionales, *Micromeria hochreuttineri* et sans doute aussi *Hedysarum membrana-ceum* bien que cette dernière espèce s'observe également sur les éboulis.

L'appartenance de ce groupement aux *Ephedro-Juniperetalia* est certaine comme le montre la composition des relevés ci-dessous :

- 1: Vallée du N'Fiss, 5 km au N d'Ijoukak, 1060 m,
- 2: Vallée du N'Fiss, 3 km au N d'Ijoukak, 1150 m.

Surface	:	100	100
Recouvrement:		50	40
Exposition		WN	W
Inclinaison		30	40

Espèces caractéristiques et différentielles:

<i>Warionia saharae</i>	3.2	2.2
<i>Antirrhinum ramosissimum</i>	1.2	2.3
<i>Hedysarum membranaceum</i>	1.1	.
<i>Micromeria hochreutineri</i> . . . . .	.	1.3

Caractéristiques des unités supérieures:

<i>Juniperus phoenicea</i>	1.3	2.3
<i>Ephedra major</i> var. <i>villarsii</i>	2.2	1.2
<i>Rhus tripartitum</i>	3.3	.
<i>Coronilla ramosissima</i>	+	.
<i>Ephedra fragilis</i> subsp. <i>cossonii</i> . . . . .	.	1.3
<i>Polygala balansae</i> . . . . .	.	1.2
<i>Rhus pentaphylla</i> . . . . .	.	2.3

Autres espèces:

<i>Globularia alypum</i>	1.2	1.2
<i>Stipa tenacissima</i>	1.3	+
<i>Lavandula dentata</i>	2.2	1.2
<i>Phagnalon saxatile</i>	2.1	+
<i>Stipa parviflora</i>	1.2	1.2
<i>Fagonia cretica</i>	2.2	1.2
<i>Launaea arborescens</i>	+	1.2
<i>Lavandula maroccana</i>	1.2	.
<i>Pallenis spinosa</i>	1.2	.
<i>Orizopsis miliacea</i>	1.1	.
<i>Launaea acanthoclada</i> . . . . .	.	1.3
<i>Cymbopogon schoenanthus</i> . . . . .	.	1.3
<i>Pulicaria mauritanica</i> . . . . .	.	1.2
<i>Echinops strigosus</i> . . . . .	.	+
<i>Lavandula tenuisecta</i> . . . . .	.	1.2

II.2 — Association à *Coronilla ramosissima* et *Juniperus phoenicea* (*Coronillo ramosissimae-Juniperetum phoeniceae* nov. ass.) (tableau n° 1)

Nous décrivons sous ce nom l'ensemble des formations pré-steppeiques à Cupressacées situées en ambiance thermophile, sur le revers septentrional du Haut Atlas de Marrakech et dans la vallée du N'Fiss.

Si *Juniperus phoenicea* est pratiquement toujours présent, *Juniperus oxycedrus* subsp. *rufescens* peut s'y associer

Numéro des relevés :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Surface :	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Recouvrement :	50	40	50	40	70	60	50	60	50	50	45	40	40	70	50
Exposition :	N	N	E	NE	E	SW	N	W	N	E	E	W	N	E	W
Inclinaison :	50	50	40	50	25	50	50	60	40	50	45	50	50	80	40
Substrat :	Gr	Gr	Sh	Sh	Do	Gr	Gr	Gr	Sh	Gr	Gr	Sh	Sh	Gr	Sh
Altitude x 10 :	110	130	115	110	190	165	140	160	100	120	110	108	130	125	140

Espèces caractéristiques et différentielles :

<i>Juniperus phoenicea</i>	3.4	1.3	3.4	3.2	2.2	1.3	2.1	2.3	3.2	+	3.3	2.3	2.3	1.3	2.2
<i>Coronilla ramosissima</i>	+	.	.	1.1	.	2.1	1.1	1.2	.	.	+	.	1.2	.	1.2
<i>Bupleurum dumosum</i> .....	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1.2	1.3	+	.
<i>Asparagus albus</i> .....	+	.	.	.	.	.	.	.	1.1	1.3	1.2	1.2	1.2	2.3	+
<i>Rhus tripartitum</i> .....	+	.	.	.	.	.	.	.	2.2	.	2.3	3.3	.	1.3	.
<i>Capparis spinosa</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	+	.	1.1	.	1.2
<i>Cupressus atlantica</i>	2.3	3.4	2.3	3.3	3.4	2.3	4.3	2.3	.	.	.	.	.	.	.

Espèces caractéristiques des unités supérieures :

<i>Ephedra major</i> var. <i>villarsii</i>	+	1.2	2.3	+	1.1	1.1	+	1.3	1.3	4.2	1.3	1.3	1.2	3.4	3.2
<i>Polygala balansae</i>	1.2	1.2	+	2.2	1.2	1.2	2.3	2.1	+	.	+	1.2	.	1.2	.
<i>Pistacia atlantica</i>	2.1	+	1.2	.	.	1.2	.	.	.	+	1.2	+	1.2	1.3	1.2
<i>Juniperus oxycedrus</i> subsp. <i>rufescens</i> .....	.	.	.	+	2.2	2.2	1.2	3.4	.	.	+	.	2.3	2.3	2.3
<i>Ephedra fragilis</i> subsp. <i>cossonii</i> .....	.	.	.	1.2	.	1.2	+	.	.	+	.	1.2	.	.	.
<i>Warionia saharae</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1.3	1.3	.	.	.
<i>Rhus pentaphylla</i> .....	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Quercus rotundifolia</i> .....	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Vestiges des Quercetea ilicis :

<i>Ziziphus lotus</i> .....	.	+	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	+	.	.	.
<i>Tetraclinis articulata</i>	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Olea europea</i> subsp. <i>sylvestris</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	1.2
<i>Ceratonia siliqua</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1.2

Espèces des Ononido-Rosmarinetea :

<i>Lavandula dentata</i>	2.1	2.2	1.2	.	.	2.2	2.2	1.2	2.2	.	2.3	1.2	1.2	.	.
<i>Thymus satureioides</i> .....	.	1.2	1.3	3.2	3.2	1.1	2.2	2.3	.	.	.	.	.	.	.
<i>Globularia alypum</i> .....	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	1.2	+	.	+	.
<i>Phagnalon saxatile</i>	2.2	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	1.2	1.2	.	1.3	.
<i>Ballota hispanica</i> .....	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	2.3	.	.	.	1.3	2.2
<i>Helianthemum virgatum</i>	2.1	1.2	1.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stipa tenacissima</i> .....	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.
<i>Retama dasycarpa</i> .....	+	.	.	.	.	+	2.2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salvia taraxacifolia</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1.2
<i>Lavandula maroccana</i> .....	+	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.
<i>Cistus villosus</i> .....	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Polycnemum fontanesii</i> .....	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Stipa nitens</i> .....	.	.	.	.	.	1.3	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.
<i>Lavandula multifida</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	1.2

Autres espèces :

<i>Paronychia kapela</i>	+	+	.	1.2	+	.	1.2	+	.	+	.	.	.	.	+
<i>Dactylis glomerata</i>	1.1	.	.	+	.	.	.	1.1	.	1.1	.	.	.	.	1.2
<i>Sedum sediforme</i> .....	.	1.2	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	+	.
<i>Etyngium ilicifolium</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	+	+	.	.	.	1.1
<i>Stipa parviflora</i>	+	.	.	1.1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Echinops strigosus</i> .....	.	.	+	.	.	.	1.1	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Hyparrhenia hirta</i> .....	.	.	1.1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.3
<i>Leucanthemum gayanum</i> .....	.	.	.	+	1.1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lavandula tenuisecta</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1.2	1.2	.	.
<i>Orizopsis miliacea</i>	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2
<i>Antirrhinum ramosissimum</i> .....	.	1.2	.	.	.	.	3.3	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Teucrium barbarum</i> .....	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Pulicaria mauritanica</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.
<i>Carlina involucreta</i> .....	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.
<i>Launaea acanthoclada</i> .....	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1.3	1.3	1.2	.	.
<i>Launaea arborescens</i> .....	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1.2	1.3	1.2	.	.
<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	2.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.3	2.3	.	.
<i>Aristida coerulescens</i>	+	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	1.3	1.2	.
<i>Cladanthus arabicus</i>	+	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	1.1	.	+	.	.
<i>Senecio flavus</i> .....	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Notoceras bicorne</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.

Espèces accidentelles :

Euphorbia nicaeensis 1.2 (6) - *Salvia aegyptiaca* 1.2 (2) - *Leysera leyseroïdus* + (11) - *Rumex papillo* 1.2 (12) - *Teucrium collinum* + (9) - *Eryngium triquetrum* + (7) - *Pallenis spinosa* 1.2 (12).

ainsi d'ailleurs que *Cupressu atlantica*. En fait, il apparaît que la juxtaposition de ces espèces est loin d'être aléatoire, c'est ainsi que *Cupressus atlantica* est liée à la vallée moyenne du N'Fiss qui par sa direction est-ouest offre toutes les caractéristiques des vallées internes chaudes et peu arrosées (ACHHAL, 1979). Il s'agit là de situations tout à fait comparables à celle des Alpes (BRAUN-BLANQUET, 1961, BARBERO, 1979), ou encore des chaînes pontiques en Anatolie septentrionale (QUEZEL, BARBERO et AKMAN, 1960).

Il est de la sorte possible de distinguer au sein de l'association, diverses sous-unités répondant à des critères géographiques et écologiques précis:

— La sous-association *Ruscetosum tripartitae* est à peu près strictement liée aux zones atlasiques périphériques, plus ou moins directement offertes aux influences atlantiques, alors que la sous-association *Cupressetosum atlanticae* est au contraire cantonnée en situation interne.

Ces deux sous-associations sont caractérisées chacune par deux faciès altitudinaux: un faciès inférieur à *Juniperus phoenicea* dominant, représentant l'étage thermoméditerranéen, et un faciès supérieur à *Juniperus oxycedrus* correspondant à l'étage méso-méditerranéen.

Rappelons que nous avons retenu, pour caractériser l'association *Juniperus phoenicea* presque toujours dominant, et deux espèces de souche plutôt macaronésienne et qui par leur présence et leur abondance relative, permettent de différencier aisément cette association des autres groupements ou associations à *Juniperus phoenicea* présents dans des conditions écologiques voisines dans d'autres secteurs du Maghreb. Ce sont *Coronilla ramosissima* et *Bupleurum dumosum*.

— La sous-association *Ruscetosum* est caractérisée de son côté par *Rhus tripartitum*, *Asparagus albus* et *Caparis spinosa*, la sous-association *Cupressetosum atlanticae* de son côté, présente comme différentielle exclusive le Cyprès de l'Atlas.

Dans le cortège floristique, apparaît un lot important des représentants des unités supérieures et quelques indicatrices des *Quercetea ilicis*, qui, ne l'oublions pas, sont lar-

gement présentes ailleurs dans cette même région au niveau des groupements forestiers et préforestiers qui ne sont pas étudiés ici. Il faut également signaler un important lot d'espèces compagnes où coexistent divers représentants des *Ononido-Rosmarinetea*, mais également des espèces d'affinité franchement steppique voire sub-saharienne.

Du point de vue écologique, les individus de l'association se localisent sur substrat éruptif, et sur des sols érodés ou très superficiels; du point de vue bioclimatique, c'est essentiellement au semi-aride qu'il convient de rapporter le groupement, quoique, localement dans la vallée du N'Fiss, puissent s'individualiser des îlots arides. Du point de vue des variantes thermiques, schématiquement il est possible de dire de façon schématique que les faciès thermoméditerranéens où *Juniperus phoenicea* existe seul associé souvent à des éléments thermophiles tels que *Launaea acanthoclada*, *Launaea arborescens*, *Cymbopogon schoenanthus*, *Aristida coerulescens*, *Senecio flavus*, *Notoceras bicornis* et *Cladanthus arabicus* en particulier, doivent se situer en ambiance thermique tempérée; les faciès méso-méditerranéens à *Juniperus oxycedrus* subsp. *rufescens* répondent plutôt à une ambiance fraîche.

Du point de vue dynamique, il est évident que sous les conditions climatiques actuelles, l'association décrite ici, sous ses divers aspects, représente un véritable climax; son évolution vers des groupements préforestiers des *Pistacio-Rhamnalia* et en particulier vers des formations à *Tetraclinis articulata* n'est envisageable qu'en fonction d'une augmentation appréciable des précipitations (semi-aride et supérieur) ou d'une évolution édaphique compensatrice qui n'est a priori possible qu'à la faveur de microclimats locaux.

II.3 — Association à *Retama dasycarpa* et *Juniperus phoenicea* (*Retamo dasycarpae-Juniperetum phoeniceae* nov. asso) (tableau n° 2)

Il nous a paru logique d'attribuer le rang d'association à l'unité phytosociologique décrite ici, bien qu'il ait été également possible de la considérer comme une simple sous-

Numéro des relevés :	1	2	3	4	5	6	7
Surface :	100	100	100	100	100	100	100
Recouvrement :	50	50	40	50	40	40	35
Exposition :	NE	W	SW	E	E	NE	W
Inclinaison :	25	30	35	30	40	45	45
Substrat :	Ma	Ma	Ma	Ma	Gr	Gr	Gr
Altitude x 10 :	170	200	220	194	130	140	145

Espèces caractéristiques :

<i>Juniperus phoenicea</i>	3.3	1.2	2.2	2.3	1.3	1.1	+
<i>Retama dasycarpa</i>	1.3	2.3	1.1	2.3	3.4	2.3	4.4
<i>Chamaerops humilis</i>	+	.	1.2	.	1.3	+	1.3
<i>Stipa lagascae</i>	1.1	1.1	+	.	+	.	.

Caractéristiques des unités supérieures :

<i>Ephedra major</i> var. <i>villarsii</i>	1.2	2.2	+	2.2	+	2.3	1.2
<i>Polygala balansae</i>	2.2	2.2	3.2	2.2	1.2	1.2	1.2
<i>Pistacia atlantica</i>	1.2	+	.	1.2	.	2.2	1.2
<i>Juniperus oxycedrus</i> subsp. <i>rufescens</i> .....	.	+	1.1	3.4	1.3	3.2	+
<i>Quercus rotundifolia</i> .....	.	+	1.1	1.2	.	.	.
<i>Coronilla ramosissima</i> .....	.	1.1	+	1.2	.	.	.
<i>Ephedra fragilis</i> subsp. <i>cossonii</i> .....	.	+	.	1.1	.	.	.
<i>Fraxinus dimorpha</i> .....	.	.	.	.	1.3	.	.

Espèces des Erinacetalia :

<i>Ormenis scariosa</i>	1.2	1.1	2.2	1.3	1.3	1.3	1.2
<i>Stipa nitens</i> .....	.	1.1	+	1.3	1.2	1.2	+
<i>Polycnemon fontanesii</i>	1.1	1.3	+	+	.	+	.
<i>Salvia taraxacifolia</i> .....	.	.	.	1.2	1.3	+	1.1
<i>Cytisus balansae</i>	1.1	.	+	.	.	.	.

Espèces des Ononido-Rosmarinetea :

<i>Phagnalon saxatile</i>	1.1	1.2	.	+	.	.	.
<i>Globularia alypum</i>	+	2.2	.	1.2	.	.	.
<i>Stipa tenacissima</i>	2.3	.	2.3	1.3	.	.	.
<i>Thymus satyroides</i> .....	.	.	.	2.3	.	1.1	.
<i>Lavandula maroccana</i> .....	.	.	.	.	.	1.2	1.1

Autres espèces :

<i>Carlina involucrata</i> .....	.	1.1	+	.	+	+	1.1
<i>Echinops strigosus</i> .....	+	+	+	.	.	.	.
<i>Lavandula tenuisecta</i>	+	1.2	.	+	.	.	.
<i>Paronychia kapela</i> .....	.	.	.	.	1.1	1.1	+
<i>Ruta angustifolia</i> .....	.	.	.	.	1.1	1.2	1.1
<i>Thymus pallidus</i> .....	.	.	.	.	1.1	+	1.1
<i>Stipa parviflora</i> .....	.	.	.	+	1.2	1.2	.
<i>Linaria ventricosa</i> .....	.	1.2	.	1.2	.	.	.
<i>Leysera leyseroides</i> .....	.	+	.	1.2	.	.	.
<i>Leucanthemum gayanum</i> .....	.	.	1.2	1.2	.	.	.
<i>Aristida coerulescens</i> .....	.	.	.	+	.	+	.
<i>Melica ciliata</i> .....	.	.	.	.	1.1	.	+
<i>Artemisia herba-alba</i> .....	.	.	.	.	.	+	1.2

Espèces accidentelles :

Cenchrus biflorus 1.3 (4) ; *Launaea acanthoclada* + (6) ; *Teucrium barbarum* + (6).

association du groupement précédent. En effet, sur le plan purement floristique cette solution est envisageable puisque *Retama dasycarpa*, *Stipa lagascae* et *Chamaerops humilis* peuvent être retenus comme caractéristiques au moins locales de l'association, mais ce sont les arguments écologiques et dynamiques qui nous ont paru déterminants.

En effet, le *Retano-Juniperetum*, inféodé à des substrats marneux ou éruptifs, se situe à l'étage méditerranéen-supérieur et en ambiance bioclimatique sub-humide froide. Ces particularités écologiques expliquent l'apparition à son niveau d'un lot déjà appréciable d'espèces des *Erinacetalia* et plus spécialement de l'*Ormenion scariosae*; de même *Quercus rotundifolia* peut apparaître épisodiquement à côté de *Juniperus phoenicea* et surtout de *Juniperus oxycedrus* qui est beaucoup plus abondant que dans l'association précédente.

Le *Retano-Juniperetum* est présent entre 1300 et 1600 m, çà et là sur le Haut Atlas de Marrakech.

Il convient de remarquer que les caractéristiques des unités supérieures sont relativement bien développées alors qu'à l'exception de *Chamaerops*, ne s'observe aucun représentant des *Quercetea ilicis*. Cette association permet d'ailleurs de poser le problème de la signification phytosociologique des formations à Genistées arbustives du Haut Atlas occidental et central, décrites par l'un de nous (QUEZEL, 1957) sous le vocable d'association à *Adenocarpus anagyriifolius* et *Genista florida* var. *maroccana* et intégrées aux *Erinacetalia* et plus spécialement à l'*Ormenion scariosae*. En fait, si l'on considère le tableau réalisé pour la description de cette association, mais également les relevés que nous avons pu effectuer en 1978 et en 1979 dans le Haut Atlas de Marrakech, il paraît évident que ce groupement, dont il conviendra sans doute de remodeler les contours, ne possède aucun représentant des *Ephedro-Juniperetea*, et qu'il doit donc bien être considéré comme une formation de fruticée s'intégrant aux *Ononido-Rosmarinetea* et constituant un stade de végétation lié à la dégradation des formations forestières méditerranéennes supérieures, voire montagnardes méditerranéennes à *Quercus rotundifolia*. Il faut encore remarquer que *Retama dasycarpa* peut apparaître dans ce groupement,

Ononis niliotica + (1) ; *Sideritis* en

mais qu'il y joue en fait un rôle très effacé, l'optimum écologique de cette espèce paraissant se situer au sein de l'association définie ici.

III — LES GROUPEMENTS DES *JUNIPERO-QUERCETALIA*

S'ils peuvent épisodiquement apparaître à l'étage méso-méditerranéen c'est en fait essentiellement au méditerranéen supérieur et au montagnard méditerranéen qu'ils sont bien développés.

Sur le Haut Atlas, ils offrent une assez grande complexité tout au long de la chaîne, à la fois en fonction des critères bioclimatiques et édaphiques. Pour l'instant il est possible de leur rapporter les groupements ou associations suivantes classées d'après leurs exigences altitudinales:

- l'association à *Adenocarpus bacquei* et *Buxus balearica*,
- l'association à *Buxus balearica* et *Quercus rotundifolia*,
- l'association à *Bupleurum spinosum* et *Juniperus phoenicea*,
- l'association à *Berberis hispanica* et *Fraxinus dimorpha*,
- l'association à *Juniperus thurifera* et *Quercus rotundifolia*,
- l'association à *Lonicera arborea* et *Cedrus atlantica*,
- l'association à *Buxus sempervirens* et *Juniperus thurifera*.

III.1 — Association à *Adenocarpus bacquei* et *Buxus balearica* (*Adenocarpus bacquei-Buxetum balearicae* nov. ass.) (tableau n° 3)

Elle a été observée essentiellement dans la zone des gorges du Dadès, sur le versant méridional du Haut Atlas oriental, entre 1700 et 1800 m environ. Elle colonise des substrats calcaires et ne se rencontre plus guère que dans des zones de forte pente et d'accès fort difficile à la fois

Numéro des relevés :	1	2	3	4
Surface :	100	100	100	100
Recouvrement :	50	40	50	30
Exposition :	W	SW	E	N
Inclinaison :	40	45	35	40
Substrat :	Ca	Ca	Ca	Ca
Altitude x 10 :	170	175	180	180

Caractéristiques de l'association et des unités supérieures :

<i>Buxus balearica</i>	1.3	3.3	2.1	2.3
<i>Ephedra major</i> var. <i>villarsii</i>	1.1	2.1	2.1	1.1
<i>Adenocarpus bacquei</i>	1.2	.	+	2.3
<i>Juniperus phoenicea</i> .....	.	+	.	+
<i>Fraxinus dimorpha</i> .....	.	+	.	.
<i>Rhamnus oleoides</i> subsp. <i>atlantica</i> .....	.	+	.	.

Espèces des steppes sud-atlasiques :

<i>Carthamus fruticosus</i>	2.3	3.3	3.2	+
<i>Teucrium malenconianum</i>	1.2	1.3	1.2	1.1
<i>Artemisia atlantica</i>	2.2	2.3	.	1.2
<i>Anarrhinum fruticosum</i>	1.1	2.2	.	1.2
<i>Centaurea incana</i>	1.2	+	.	.
<i>Hertia maroccana</i>	1.2	.	+	.
<i>Linaria ventricosa</i>	+	.	+	.
<i>Pithuranthos scoparius</i> .....	.	+	.	2.1
<i>Launaea arborescens</i> .....	.	1.2	.	1.2
<i>Crambe kralikii</i> .....	.	+	.	+
<i>Echium horridum</i> .....	.	.	+	.

Espèces des Ononido-Rosmarinetea :

<i>Stipa parviflora</i>	1.2	1.1	1.2	2.1
<i>Catananche coerulea</i>	+	1.2	+	1.1
<i>Artemisia herba-alba</i>	2.3	1.2	1.2	.
<i>Genista scorpius</i> .....	.	1.1	1.2	+
<i>Launaea acanthoclada</i> .....	.	1.2	1.2	1.1
<i>Stipa tenacissima</i>	+	1.2	.	.
<i>Paronichia arabica</i>	+	+	.	.
<i>Ballota hirsuta</i> .....	.	.	1.1	1.1
<i>Stipa lagascae</i> .....	.	.	+	1.2
<i>Phagnalon saxatile</i> .....	.	.	+	+

Compagnes :

<i>Galium ephedroides</i>	1.2	+	2.1	2.1
<i>Chondrilla juncea</i>	1.1	1.2	1.2	1.1
<i>Melica ciliata</i>	1.2	.	+	+
<i>Euphorbia falcata</i> .....	.	.	+	+
<i>Polycarpon tetraphyllum</i> .....	.	.	+	+
<i>Moricandia arvensis</i> .....	.	.	+	1.1
<i>Capparis spinosa</i> .....	.	.	+	+

Accidentelles :

Ormenis scariosa + (1) ; *Thymus satureioides* + (2) ; *Polynemon fontanesii* + (2) ;
Orizopsis miliacea + (3) ; *Sideritis odiroleuca* + (3) ; *Aristida coerulescens* 1.1 (4).

pour l'homme et pour les troupeaux; elle n'est sans doute plus représentée que par quelques populations résiduelles et a cédé presque partout la place à des groupements steppiques dominés par *Carthamus fruticosus*, *Hertia maroccana*, *Teucrium malenconianum*, etc.

Les 4 relevés dont nous disposons ne montrent qu'un lot très faible d'espèces significatives parmi lesquelles *Buxus balearica* et *Adenocarpus bacquei* qui permettent de caractériser l'association. Les unités supérieures sont représentées par *Ephedra major* var. *villarsii* toujours abondant et par *Fraxinus dimorpha*, *Juniperus phoenicea* et *Rhamnus oleoides* subsp. *atlantica* restant beaucoup plus rares.

Ce groupement est certainement endémique du versant méridional du Haut Atlas oriental calcaire. Du point de vue bioclimatique il paraît se situer au contact des zones arides et semi-arides, et également à cheval sur les variantes fraîche et froide de ces dernières.

III.2 — Association à *Buxus balearica* et *Quercus rotundifolia* (*Buxo balearicae-Quercetum rotundifoliae*, BARBERO, QUEZEL et RIVAS-MARTINEZ, 1980) (tableau n° 4)

Nous avons déjà étudié cette association au cours de l'été 1978, dans la région de Boulemane sur le versant méridional du Moyen Atlas, en insistant sur sa valeur très particulière et en l'intégrant dans la végétation présteppique. Nous l'avons retrouvée en abondance au cours de l'été 1979 dans tout le Haut Atlas oriental où elle occupe, sur substrats calcaires, marneux voire éruptifs superficiels, une situation tout à fait analogue, entre 1600 et 1800 m d'altitude.

Sur les 9 relevés du Haut Atlas qui sont en notre possession, il est possible de préciser sa structure phytosociologique, et en particulier son appartenance aux unités supérieures définies ici. Les caractéristiques d'association sont *Quercus rotundifolia*, *Buxus balearica* et *Juniperus phoenicea*. Il est possible de distinguer 2 sous-associations:

- la sous-association *Quercetosum rotundifoliae* correspond au groupement type ;elle caractérise surtout l'horizon inférieur de l'étage méditerranéen supérieur;

— la sous-association *Fraxinetosum dimorphae* se situe plus en altitude en ambiance plus humide et surtout à l'horizon supérieur de ce même étage; elle est caractérisée par la présence et l'abondance de *Fraxinus dimorpha*.

Le *Buxo balearicae-Quercetum rotundifoliae* offre un recouvrement important et généralement supérieur à 50 %, sa physionomie est très particulière; en effet, le critère majeur est sans nul doute la présence de nappes plus ou moins confluentes de *Buxus balearica* d'où *Ephedra major* est rarement absent; la strate arborée ne dépassant guère 5 à 6 m de hauteur est constituée par un couvert disjoint où dominent *Quercus rotundifolia*, *Juniperus phoenicea* et *Juniperus oxycedrus*.

Du point de vue écologique, le *Buxo balearicae-Quercetum rotundifoliae* se situe essentiellement dans la variante froide du bioclimat semi-aride. Il caractérise électivement dans ce bioclimat et sur le Haut Atlas oriental, l'étage méditerranéen supérieur; en ambiance sub-humide et toujours à cet étage, il cède la place aux associations à *Quercus rotundifolia* s'intégrant au *Balansaeo Quercion* et aux *Quercetalia ilicis* (BARBERO, QUEZEL et RIVAS-MARTINEZ, 1980).

III.3 — Association à *Bupleurum spinosum* et *Juniperus phoenicea* (*Bupleuro spinosae-Juniperetum phoeniceae* nov. asso) (tableau n° 5)

Nous avons observé cette association en divers points du Haut Atlas central et sur les crêtes du Sagho, où elle colonise des substrats éruptifs entre 1900 et 2100 m environ. Elle apparaît en général comme un piqueté très lâche de *Juniperus phoenicea* arborescents très dégradés par l'action humaine, et il est pour cette raison souvent bien difficile de réaliser des relevés significatifs.

Le cortège floristique est fort réduit; les caractéristiques sont précisément les deux espèces qui ont servi à nommer le groupement, et assez curieusement *Asparagus horridus* dont la valeur est ici toute locale. Les caractéristiques des

Numéro des relevés :	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Surface :	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Recouvrement :	50	70	60	90	80	80	80	70	80
Exposition :	E	N	E	N	E	NE	W	E	NE
Inclinaison :	20	40	30	45	45	40	40	50	30
Substrat :	Ca	Ca	Ca	Col.	Ca	Ca	Ma	Ca	Ca
Altitude :	160	170	175	170	190	150	180	150	195

Espèces caractéristiques et différentielles :

<i>Quercus rotundifolia</i>	1.3	3.4	4.3	1.3	2.3	4.5	2.2	4.3	3.2
<i>Buxus balearica</i>	3.3	2.3	3.3	4.5	3.4	4.5	4.4	4.4	4.4
<i>Juniperus phoenicea</i>	3.3	+	1.1	.	1.3	.	2.1	+	.
<i>Fraxinus dimorpha</i> .....	.	.	.	.	1.3	1.2	2.1	2.2	2.3

Espèces caractéristiques des unités supérieures :

<i>Juniperus oxycedrus</i> subsp. <i>rufescens</i>	2.3	1.3	1.1	.	2.3	1.3	1.2	+1	1.1
<i>Ephedra major</i> var. <i>villarsii</i> .....	.	1.3	1.2	3.4	.	.	1.2	+	2.3
<i>Cotoneaster nummularia</i> .....	.	.	.	+	.	.	+	+	.
<i>Berberis hispanica</i> .....	.	.	.	+	.	.	1.2	.	.

Vestiges sylvatiques :

<i>Rubia peregrina</i> .....	.	+	.	+	.	+	.	.	.
<i>Asparagus acutifolius</i> .....	.	.	.	.	.	1.2	.	.	+
<i>Balansaea glaberrima</i> .....	.	.	.	.	.	.	1.1	.	1.1

Espèces des Ononido-Rosmarinetea :

<i>Helianthemum virgatum</i>	1.3	+	+	.	.	.	+	.	.
<i>Fumana spachii</i>	+	1.3	1.1	.	+	.	.	.	.
<i>Globularia nainii</i>	3.3	.	.	.	2.3	2.2	1.1	.	.
<i>Coronilla minima</i>	1.1	.	1.2	2.1	.	.	.	.	.
<i>Teucrium polium</i> .....	.	.	.	1.2	1.2	1.1	.	.	.
<i>Avena bromoides</i> .....	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Astragalus incanus</i> .....	.	1.2	.	+	.	.	.	.	.
<i>Scutellaria demnatensis</i> .....	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Inula montana</i> .....	.	1.1	.	.	+	.	.	.	.
<i>Catananche coerulea</i> .....	.	.	.	+	+	.	.	.	.
<i>Koeleria splendens</i> .....	.	.	.	+	.	.	+	.	.
<i>Thymus satureioides</i>	1.2	.	.	.	1.2	1.1	.	1.1	.

Autres espèces :

<i>Dactylis glomerata</i> .....	.	+	1.1	1.1	+	+	+	1.1	1.1
<i>Bromus tectorum</i> .....	.	.	+	1.1	.	.	+	+	.
<i>Anarrhinum fruticosum</i> .....	.	1.1	1.2	1.1	.	.	.	.	.
<i>Caucalis bifrons</i> .....	.	.	.	1.1	.	.	1.1	+	.
<i>Artemisia atlantica</i> .....	.	.	.	1.3	1.2	.	.	.	.

Accidentelles :

Cytisus balansae 1.3 (1) ; *Bupleurum spinosum* 1.2 (1) ; *Stipa tenacissima* 1.1 (1) ; *Carex halleriana* 1.2 (2) ; *Ormenis scariosa* + (4).

Numéro des relevés :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Surface :	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Recouvrement :	40	30	40	35	40	30	75	45	50	40	40	40	30	40	40
Exposition :	S	S	N	NW	N	N	S	S	S	SE	S	N	S	S	SE
Inclinaison :	40	35	40	45	30	45	30	40	40	40	30	10	40	40	30
Substrat :	Gr	Gr	Ba	Ba	Ba	Ba	Ca	Ca	Ca	Ca	Co1.	Gr	Gr	Ma	Gr
Altitude x 10 :	215	205	200	200	205	210	221	241	230	240	203	170	190	190	197

Espèces caractéristiques et différentielles des associations :

<i>Juniperus phoenicea</i>	3.4	1.3	3.4	3.3	2.3	1.3	2.3	.	.	+	.	.	2.2	1.2	.
<i>Bupleurum spinosum</i>	2.3	+	1.2	2.3	2.3	+	.	.	.	.	.	.	.	.	2.2
<i>Asparagus horridus</i> .....	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus rotundifolia</i> .....	.	.	.	.	.	.	3.4	3.2	4.3	2.2	4.5	3.4	2.2	3.1	.
<i>Juniperus thurifera</i> .....	.	.	.	.	.	.	2.3	+	1.1	3.2	+	.	1.2	+	2.1
<i>Juniperus oxycedrus</i> .....	.	.	.	.	.	.	2.2	1.2	2.2	2.1	2.3	1.3	+	2.1	1.1
<i>Ormenis scariosa</i> .....	.	.	.	.	.	.	1.2	2.3	3.2	2.2	.	2.2	1.1	.	2.2

Autres caractéristiques des unités supérieures :

<i>Ephedra major</i> var. <i>villarsii</i> .....	.	.	+	.	1.2	4.3	.	1.2	+	+	.	.	.	+	.
<i>Rhamnus oleoides</i> subsp. <i>atlantica</i> .....	.	.	+	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cotoneaster nummularia</i> .....	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fraxinus dimorpha</i> .....	.	.	.	.	1.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Berberis hispanica</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Crataegus laciniata</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.3	.	.	.	.	.

Espèces des Erinacetalia :

<i>Polycnemon fontanesii</i> .....	.	.	1.2	.	1.3	+	.	.	+	+	.	.	.	.	1.1
<i>Scutellaria demnatisensis</i> .....	.	.	.	.	.	.	+	1.2	1.2	2.2	.	1.2	.	.	.
<i>Agropyron festucoides</i> .....	.	.	.	2.3	2.2	2.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Astragalus ibrahimianus</i>	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.3	.	1.1
<i>Ormenis scariosa</i> .....	.	1.2	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cytisus balansae</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	1.3	1.1	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca mairei</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	1.1	1.1	.	.	.	.	.	.
<i>Genista florida</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	+

Espèces des Ononido-Rosmarinetea :

<i>Catananche coerulea</i>	+	+	.	.	+	+	+	1.2	.	+	+	.	.	.	+
<i>Artemisia atlantica</i> .....	.	.	1.2	2.3	3.3	3.2	+	1.2	.	.	1.2	.	1.3	.	.
<i>Bupleurum atlanticum</i>	1.2	2.3	.	.	.	.	.	1.2	.	+	2.2	1.3	.	.	2.1
<i>Genista scorpius</i> .....	.	3.4	.	.	.	+	2.2	2.3	1.2	1.1	2.3	.	.	.	.
<i>Alyssum alpestre</i> .....	.	.	.	.	+	+	.	1.1	.	.	.	.	1.2	.	2.2
<i>Teucrium polium</i>	1.2	+	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Koeleria splendens</i>	1.3	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+
<i>Helianthemum craceum</i>	+	.	.	.	+	.	2.2	.	.	.	.	.	.	1.2	.
<i>Stipa tenacissima</i> .....	.	2.3	2.2	.	.	.	2.3	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Avena bromoides</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	1.2	+	.	.	.	1.3	1.3	.
<i>Astragalus incanus</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	+	1.3	.	.	.
<i>Euphorbia nicaeensis</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	1.2	1.2	1.2	+	.	.	1.3	.
<i>Satureia nervosa</i> .....	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Teucrium chamaedrys</i> .....	.	.	.	.	.	.	1.2	.	+	.	1.2	.	.	.	.
<i>Thymus satureioides</i>	3.4	3.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Artemisia herba-alba</i>	3.4	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hippocrepis scabra</i> .....	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1.3	.	.	.	.
<i>Helianthemum virgatum</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Thymus pallidus</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	2.1	.	.	.	.

Autres espèces :

<i>Chondrilla juncea</i>	+	.	+	.	1.2	+	+	.	.	.	+	.	.	+	.
<i>Dactylis glomerata</i> .....	.	.	.	1.1	.	+	1.1	.	1.2	.	2.1	+	.	.	.
<i>Scabiosa parietali</i> .....	.	.	1.2	1.2	2.2	2.2	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carlina involucreta</i> .....	.	.	.	.	+	+	.	.	.	1.1	1.2	.	.	.	+
<i>Galium ephedroides</i> .....	.	.	.	1.1	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Teucrium malenconianum</i> .....	.	.	1.2	.	+	1.2	1.3	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Achillea odorata</i> .....	.	.	+	1.1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bromus rubens</i> .....	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	+	.	.	+
<i>Melica cupani</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.1	1.1	.	.	.	.

Accidentelles :

Paronychia kalepa + (5) - *Veronica rosea* 1.1 (5) - *Cerastium boissieri* 1.2 (7) - *Scorzonera pygmaea* 1.3 (12) - *Thymus zygis* 1.2 (12) - *Fumana spachii* + (12) - *Ptilotrichum spinosum* 1.3 (13) - *Catananche caespitosa* 1.3 (14) - *Galium mollugo* + (15).

unités supérieures sont très mal représentées à l'exception toutefois d'*Ephedra major*.

Le tapis végétal sous-jacent est en fait constitué ici par un cortège plus ou moins dense d'espèces liées aux *Erinacetalia* et aux *Ononido-Rosmarinetea*. Diverses *Artemisia* et *Stipa tenacissima*, soulignent également le rôle très appréciable joué par les éléments steppiques.

Du point de vue altitudinal, le *Bupleuro-Juniperetum* paraît se situer électivement à l'horizon inférieur de l'étage montagnard méditerranéen, du moins pour les individus d'association provenant du Haut Atlas. Sur le Sagho, l'absence de végétation arborescente aux étages inférieurs rend très délicate l'attribution de ces vestiges forestiers à un étage altitudinal précis.

Du point de vue bioclimatique, ce groupement répond à du semiaride inférieur très froid.

La valeur dynamique de ce groupement est fort réduite; en effet, les individus d'association que nous avons pu observer répondent à des structures résiduelles fortement agressées par l'homme et ses troupeaux où la régénération des Genévriers est nulle.

III.4 — Association à *Berberis hispanica* et *Fraxinus dimorpha* (*Berberido hispanicae-Fraxinetum dimorphae* nov. ass.) (tableau n° 6)

Elle est très largement répandue essentiellement sur le Haut Atlas oriental, mais aussi en divers points du Haut Atlas central, où elle colonise électivement les sols et substrats érodés ou superficiels, voire certains éboulis fixés sur calcaire mais aussi sur roches éruptives. Elle apparaît entre 1700-1800 et 2000-2200 m en moyenne.

Elle succède souvent en altitude à l'association précédente. Sa physionomie est fort différente puisque le Buis fait ici totalement défaut et que les constituants essentiels sont des nanophanérophytes caducifoliés et en particulier *Berberis hispanica*, *Fraxinus dimorpha*, *Crataegus laciniata*, *Ribes atlanticum* qui peuvent d'ailleurs servir pour caractériser l'association. Les éléments arborescents sont épars et



Quercus rotundifolia n'apparaît que sur la frange altitudinale inférieure alors que *Juniperus thurifera* est quant à lui lié à l'horizon supérieur. Deux sous-associations peuvent être distinguées:

- la sous-association *Fraxinetosum dimorphae* qui ne dépasse que rarement 2000 m,
- la sous-association *Juniperetosum thuriferae*, plus alticole.

Bon nombre de représentants des *Ephedro-Juniperetea (alia)* apparaissent dans le cortège floristique alors que ceux des *Quercetalia ilicis* sont pratiquement absents. Il convient également de souligner la riche représentation en caractéristiques des *Erinacetalia* (QUEZEL, 1956).

— La sous-association *Fraxinetosum dimorphae* est essentiellement caractérisée par le Frêne dimorphe; elle correspond à du montagnard méditerranéen inférieur, en ambiance bioclimatique sub-humide inférieure très froide, comme semble le confirmer son développement important dans la portion orientale du Haut Atlas oriental, à proximité des zones forestières à *Quercus rotundifolia* et à *Cedrus atlantica*. Il est possible que certains individus d'association puissent encore se rattacher à la frange altitudinale supérieure du Méditerranéen supérieur.

— La sous-association *Juniperetosum thuriferae* est caractérisée de son côté par le Thurifère, mais encore par *Prunus prostrata* et *Rosa sicula*.

Les caractéristiques des *Erinacetalia* sont ici beaucoup plus abondantes, en raison des exigences altitudinales de cette sous-association qui occupe pour l'essentiel l'horizon supérieur de l'étage montagnard méditerranéen. Sa présence à l'étage oro-méditerranéen n'est pas évidente, puisque comme nous avons pu l'observer, si le Thurifère pénètre dans ce dernier étage, il n'est représenté que par des individus épars, et ne semble pas déterminer l'apparition d'un cortège floristique spécifique, sauf dans de rares cas particuliers et surtout en ambiance bioclimatique sub-humide supérieure. Du point de vue bioclimatique cette sous-association répond

Numéro des relevés :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Surface :	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Recouvrement :	75	90	90	90	90	90	70	80	80	80	70	60	70	90	80	90	80	
Exposition :	E	E	NW	E	NE	E	N	NE	S	E	S	SE	NE	E	E	N	N	
Inclinaison :	45	30	15	20	20	40	30	35	40	50	30	25	30	40	25	30	30	
Substrat :	Ga	Ca	Ca	Ca	Ma	Ma	Ma	Ma	Ga	Ga	Ca	Ca	Ca	Ma	Ga	Ga	Ga	
Altitude x 10 :	200	190	185	140	200	200	200	210	210	200	210	220	220	220	215	210	215	
Espèces caractéristiques et différentielles des sous-associations :																		
<i>Berberis hispanica</i>	3.3	1.2	1.3	1.2	3.3	4.4	4.3	2.2	3.2	4.4	1.2	3.2	1.2	4.4	4.4	4.3	2.2	
<i>Crataegus laciniata</i>	1.2	2.3	1.3	+	.	3.5	2.3	.	1.1	.	1.2	.	.	3.4	.	2.3	.	
<i>Ribes uva-crispa</i> subsp. <i>atlantica</i>	+	.	1.3	.	+	1.3	.	1.3	.	.	+	.	+	.	.	.	1.2	
<i>Fraxinus dimorpha</i>	2.3	3.4	4.5	5.5	3.2	1.2	+	1.1	.	.	.	.	.	+	.	+	.
<i>Juniperus thurifera</i> .....	.	.	.	.	+	+	2.2	1.3	2.2	2.2	3.4	3.3	2.3	2.3	2.2	2.2	3.3
<i>Rosa sicula</i> .....	.	.	.	.	.	1.2	.	.	1.2	1.2	1.2	.	.	1.2	1.2	1.2	.
<i>Prunus prostrata</i> .....	.	.	.	1.1	.	.	.	1.2	.	1.3	.	+	+	.	1.2	1.1	1.2
Espèces caractéristiques des unités supérieures :																		
<i>Ephedra major</i> var. <i>villarsii</i>	+	.	.	+	+	.	+	2.2	.	1.2	.	2.2	1.1	1.2	1.2	+	2.2	
<i>Juniperus oxycedrus</i> subsp. <i>rufescens</i>	+	+	1.3	1.2	.	+	.	.	.	+	.	1.1	.	+	+	.	.	
<i>Rhamnus oleoides</i> subsp. <i>atlantica</i> .....	.	.	.	.	+	.	.	.	1.1	.	.	2.2	.	.	1.2	.	.
<i>Quercus rotundifolia</i>	4.4	1.2	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cotoneaster nummularia</i>	1.1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Espèces des Erinacetalia :																		
<i>Artemisia atlantica</i> .....	.	.	.	.	1.1	1.3	1.1	2.2	2.3	1.2	.	1.1	2.2	1.3	1.2	1.1	2.2
<i>Cytisus balansae</i> .....	.	.	.	.	1.1	+	.	2.2	.	.	2.3	.	.	.	1.2	.	1.1
<i>Ormenis scariosa</i>	1.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.2	2.1	1.2	1.2	.	.	.
<i>Astragalus ibrahimianus</i> .....	.	.	.	.	.	+	.	2.2	.	.	2.2	.	1.1	.	.	.	2.2
<i>Veronica rosea</i> .....	.	.	.	.	1.1	.	.	+	+	.	.	.	2.2	.	1.1	.	.
<i>Arenaria pungens</i> .....	.	.	.	.	+	.	.	+	.	1.2	.	.	.	.	1.3	.	+
<i>Scutellaria demnatisensis</i> .....	+	.	.	.	.	2.2	1.1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Cerastium boissieri</i> .....	.	.	1.2	.	1.1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Ptilotrichum spinosum</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	2.2	.	.	2.2	.	.	.	.	.	2.2
<i>Festuca mairei</i> .....	.	.	.	.	.	1.2	+	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.
<i>Avena filifolia</i> .....	.	.	.	.	.	1.2	.	.	+	.	1.2	.	.	.	.	.	.
<i>Bupleurum atlanticum</i>	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.
Espèces des Ononino-Rosmarineta :																		
<i>Euphorbia nicaeensis</i> .....	.	.	.	.	1.1	1.1	1.1	+	1.2	1.2	+	.	.	1.2	.	1.1	+
<i>Genista scorpius</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	1.1	2.3	+
<i>Teucrium chamaedrys</i> .....	.	.	1.2	1.3	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thymus pallidus</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	1.1	.	.	.	.
<i>Astragalus incanus</i> .....	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Autres espèces :																		
<i>Bromus tectorum</i>	1.3	2.3	.	.	2.3	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	1.3	.
<i>Dactylis glomerata</i> .....	+	.	.	.	.	.	.	.	2.1	.	.	.	+	.	.	1.2	+
<i>Galium aparinella</i> .....	.	1.2	2.3	.	2.1	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.
<i>Poterium magnoli</i>	+	.	2.3	.	.	1.1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Caucalis bifrons</i> .....	.	2.2	1.3	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Silene inflata</i> .....	.	+	.	.	.	.	.	.	+	1.2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Linaria heterophylla</i> .....	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Scabiosa parielii</i> .....	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.2	2.3	.	.	.	.	.	.
Accidentelles :																		
Balansaea glaberrima 1.1 (2) - Catamanche caespitosa + (6) - Helianthemum virgatum + (8) - Carex halleriana + (2) - Ptilostemon dyris + (3) - Catamanche coerulea + (12) - Coronilla minima + (8) - Chondrilla juncea 1.1 (16).																		

TABLEAU N° 6

à du sub-humide inférieur, voire localement à du semi-aride supérieur, très froid.

Du point de vue altitudinal, le *Berberido-Fraxinetum* se situe essentiellement à l'étage montagnard méditerranéen, quoique certains individus de la sous-association *Fraxinetosum* puissent peut-être encore se rapporter au méditerranéen supérieur.

Du point de vue bioclimatique c'est surtout au sub-humide très froid qu'il convient de rattacher l'association.

La signification dynamique du *Berberido-Fraxinetum* sur le Haut Atlas est intéressante à évoquer. En effet il s'agit là d'une association de type fruticée caducifoliée, de recouvrement important lorsqu'elle est en bon état, qui paraît répondre, soit à un stade de dégradation, notamment en clairière ou en lisière, des groupements forestiers à *Quercus rotundifolia* ou localement à *Cedrus atlantica*, soit le plus souvent à un stade d'évolution progressive de la végétation, avec fixation du substrat et constitution d'un sol, dans les zones où l'installation des essences forestières *Juniperus* et *Quercus rotundifolia* surtout est théoriquement possible. En fait, le *Berberido-Fraxinetum* représente le stade de groupement arbustif intermédiaire entre les pelouses écorchées ou les garrigues à xérophytes épineux d'une part et les groupements forestiers d'autre part. Son rôle ne saurait être oublié en particulier dans les tentatives de reforestation sur des sols particulièrement dégradés où à notre avis l'installation artificielle temporaire de ce type de fruticée, permettrait certainement d'améliorer très largement les possibilités de reboisement et aussi leur succès de reprise.

III.5 — Association à *Ormenis scariosa* et *Quercus rotundifolia* (*Ormeno scariosae-Quercetum rotundifoliae* nov. ass.) (tableau n° 5)

Cette association est très répandue dans toute la portion occidentale du Haut Atlas oriental notamment dans les hautes vallées de l'Ahansal et de ses affluents, des Aït Bouguemez et des Aït Mehammed. Elle s'observe essentiellement sur

des calcaires compacts érodés et fissurés qui apparaissent largement entre les tâches de végétation.

L'aspect du groupement est très caractéristique, puisqu'il est constitué par des peuplements souvent relativement denses (40 à 60 %) formés par *Quercus rotundifolia*, *Juniperus thurifera* et *Juniperus oxycedrus*; *Juniperus phoenicea* peut même apparaître très localement mais ne joue toutefois qu'un rôle discret. Ces trois premiers arbres ont été retenus pour caractériser l'association, à côté de *Ormenis scariosa* pour des raisons évoquées ci-dessous.

Les caractéristiques des unités supérieures sont très éparses et nous n'avons observé dans nos relevés aucune espèce sylvatique. La végétation qui s'installe sous ces peuplements arborés est constituée essentiellement par des représentants des *Erinacetalia* et des *Ononido-Rosmarinetea*. Remarquons que c'est dans cette région qu'a été défini par l'un de nous l'alliance *Ormenion scariosae* (QUEZEL, 1956) qui appartient à ces unités supérieures et qui avait été considérée comme le plus souvent consécutive à la disparition ou à la dégradation de formation à Chêne vert. Cette opinion est largement confortée par les relevés publiés ici et effectués dans des zones où la couverture arborescente a été conservée. C'est en fait pour souligner ces caractères et insister sur les particularités dynamiques de ces peuplements que nous avons fait figurer *Ormenis scariosa* parmi les caractéristiques de l'association.

L'*Ormeno-Quercetum rotundifoliae* localisé essentiellement entre 1900 et 2450 m représente un groupement typiquement lié à l'étage montagnard-méditerranéen, comme le souligne la structure des unités de dégradation. Du point de vue bioclimatique, il est situé en ambiance semi-aride très froide avec peut-être localement quelques individus dans le sub-humide inférieur très froid.

Si l'*Ormeno-Quercetum* constitue encore en divers points du Haut Atlas oriental des peuplements appréciables, il convient cependant de souligner que son utilisation abusive par l'homme et les troupeaux tend à en réduire rapidement l'extension et en empêcher à peu près totalement la régénération. Lié à des conditions écologiques extrêmement

sévères, il représente le climax théorique d'une vaste portion du Haut Atlas calcaire (semi-aride très froid).

III.6 — Association à *Lonicera arborea* et *Cedrus atlantica* (*Lonicera arborea*-*Cedretum atlanticae*) (BARBERO, QUEZEL et RIVAS-MARTINEZ, 1980)

Cette association définie dans un récent travail n'avait toutefois pas reçu une interprétation phytosociologique satisfaisante. Rangée provisoirement dans les *Quercetea ilicis*, ces Cédraies de haute altitude doivent en fait être rapportées aux *Querc-Juniperetalia* comme le tableau synthétique ci-dessous le confirme.

Nous ne définirons pas ici à nouveau les caractères écologiques de ces cédraies claires de hautes altitudes (2100-2500 m) présentes à la fois sur le Moyen Atlas et le Haut Atlas orientaux, sur substrat calcaire, à l'horizon inférieur de l'étage oro-méditerranéen et en ambiance sub-humide extrêmement froide.

Espèces caractéristiques:

<i>Lonicera arborea</i>	III
<i>Cedrus atlantica</i>	V

Espèces des *Ephedro-Juniperetea*:

<i>Berberis hispanica</i>	V	<i>Juniperus thurifera</i>	
<i>Juniperus oxycedrus</i>		var. <i>africana</i>	I
subsp. <i>rufescens</i>	IV	<i>Prunus prostrata</i>	I
<i>Quercus rotundifolia</i>	IV	<i>Rosa turetii</i>	I
<i>Crataegus laciniata</i>	II	<i>Ribes atlantica</i>	I
		<i>Buxus baleariaca</i>	I

Vestiges sylvatiques:

<i>Crataegus monogyna</i>	I	<i>Rubia laevis</i>	I
<i>Calamintha baborensis</i>	I	<i>Agropyron panormitanum</i>	I

Espèces des Erinacetalia et des Ononido-Rosmarinetea:

<i>Bupleurum spinosum</i>	V	<i>Inula montana</i>	III
<i>Koeleria vallesiaca</i>	V	<i>Festuca ovina</i>	II
<i>Cerastium gibraltarium</i>	V	<i>Stipa pennata</i>	II
<i>Avena filifolia</i>	IV	<i>Jurinea humilis</i>	II
<i>Ptilotrichum spinosum</i>	IV	<i>Erinacea anthyllis</i>	II
<i>Eryngium bourgati</i>	III	<i>Ononis thomsonii</i>	II
		<i>Artemisia flahaultiana</i>	II

Autres espèces:

<i>Helianthemum rubellum</i>	IV	<i>Rumex tuberosus</i>	II
<i>Anthemis tuberculata</i>	II	<i>Calamintha granatensis</i>	II
<i>Armeria allioides</i>	II	<i>Dactylis glomerata</i>	II
<i>Cynosurus elegans</i>	II	<i>Galium lucidum</i>	II
		<i>Arabis caucasica</i>	II

III.7 — Association à *Buxus sempervirens* et *Juniperus thurifera* (*Buxo sempervirens-Juniperetum thuriferae*, QUEZEL, 1957)

C'est à l'ensemble d'unités phytosociologiques définies ici qu'il convient de rattacher encore cette association résiduelle et très spéciale décrite par l'un de nous des hautes chaînes du Haut Atlas calcaire (Aïoui, M'Goun), où elle apparaît sur les vallées septentrionales entre 2500 et 2700 m. L'interprétation phytosociologique définitive de cette association devient dès lors la suivante:

Espèces caractéristiques de l'association:

<i>Buxus sempervirens</i>	V	<i>Lonicera arborea</i>	V
<i>Juniperus thurifera</i>	V		

Espèces caractéristiques des unités supérieures:

<i>Ribes atlantica</i>	III	<i>Berberis hispanica</i>	I
<i>Cotoneaster nummularia</i>	I		

Espèces des Erinacetalia et des Oncnido-Rosmarinetea:

<i>Erinacea pungens</i>	V	<i>Helianthemum croceum</i>	II
<i>Thymus pallidus</i>	V	<i>Jurinea humilis</i>	II
<i>Erysimum bocconeii</i>	IV	<i>Inula montana</i>	II
<i>Cytisus balansae</i>	IV	<i>Teucrium polium</i>	II
<i>Ptilotrichum spinosum</i>	III	<i>Teucrium chamaedrys</i>	II
<i>Festuca mairei</i>	II	<i>Festuca hystrix</i>	II

Autres espèces:

<i>Haynaldia hordeacea</i>	III	<i>Triserataria flavescens</i>	II
<i>Pimpinella tragiium</i>	III	<i>Centaurea incana</i>	II
<i>Arenaria grandifolia</i>	II	<i>Trifolium humile</i>	II

Par sa localisation altitudinale, cette association doit se rattacher à l'étage oro-méditerranéen et sans doute du point de vue bioclimatique au sub-humide supérieur, voire à la base de l'humide extrêmement froid, en raison de ses exigences stationnelles (fonds de gorge, pieds de falaises).

L'ensemble des structures phytosociologiques décrites ci-dessus, correspondent au Maroc et en particulier sur les marges du Haut Atlas où nous avons eu l'occasion d'étudier, des types de végétation dont la signification écologique et dynamique avait été totalement sous-estimée ou méconnue. Signalons toutefois que quelques autres avaient déjà présenté leur existence et en particulier EMBERGER (1939), PUJOS (1966) et PEYRE (1979).

Il est à peu près certain qu'une exploration progressive du Maghreb, amènera à les rencontrer sur l'ensemble des pays de l'Afrique du Nord, dans des conditions écologiques sensiblement analogues.

En Méditerranée orientale par contre, les formations présteppiques où les Genévriers arborescents également un rôle appréciable, paraissent devoir encore se rattacher aux *Pistacio-Rhamnetalia* dont elles constituent, au moins partiellement, une alliance particulière, le *Querco calliprini-Juniperion excelsae* (BARBERO et QUEZEL, 1979), qui se localise essentiellement sur le Piémont des grands massifs montagneux (Taurus, Liban en particulier) et toujours en ambiance bioclimatique semi-aride.

Localités où les relevés ont été effectués :

Tableau n° 1 — 1 à 8: Vallée du N'Fiss, près de la route de Marrakech au Tizi n'Test à partir d'Ijoukak; 9 à 11 et 12: Vallée du N'Fiss, en aval d'Ijoukak; 10: Vallée de la Rerarya, partie inférieure des gorges de Moulay Ibrahim; 13: Vallée de la Reraya, partie supérieure des gorges de Moulay Ibrahim; 14 et 15: Vallée du Zate.

Tableau n° 2 — 1 à 4: Versant N. du Tizi n'Test; 5 à 7: Route de Marrakech au Tizi n'Tichka près de Teddert.

Tableau n° 3 — 1 à 4: Gorges du Daddes.

Tableau n° 4 — 1 et 4: Route d'Agoudim à Tounfite, à 10 et 12 km au N d'Agoudim; 2 et 3: Zaouïa Ahansal, partie inférieure de la piste des Aït Mehammed; 5 et 9: Route d'Agoudim à Tounfite, gorges du Masker; 6 et 8: Route de la Zaouïa Ahansal à l'Akka n'Igli; 7: Versant S du Masker entre Anemzi et Agoudim.

Tableau n° 5 — 1 et 2: Versant N du Tizi n'Tichka; 3 à 6: Massif du Siroua région d'Oul n'Onssir; 7 à 10: Piste de la Zaouïa Ahausal au Tizi n'Illissi; 11 et 14: Piste d'Agoudim à Mitkane près de la bifurcation sur Tounfite; 12: Vallée de l'Ahansal au-dessus de Tamga; 13 et 15: Versant septentrional du Tizi n'Tichka.

Tableau n° 6 — 1 et 5: 2 km au S de la maison forestière de Tirrhist; 2 et 4: Entre Tirrhist et Anefgou; 3: Gorges du Masker près d'Agoudim; 6 à 8: 5 et 7 km au SW de Tirrhist; 9-10 et 13-17: Piste du plateau des lacs à Tirrhist; 11 et 12: Tizi n'Illissi.

OUVRAGES CITÉS

- ABI-SALEH, B., BARBERO, M., NAHAL, I. et QUEZEL, P.
1976 Les séries forestières de végétation au Liban, essai d'interprétation schématique. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 123: 541-560.
- ACHHAL, A.
1979 Le Chêne vert dans le Haut Atlas central; étude phytoécologique. Dr. Thèse Doctorat Spécialité, Marseille Saint-Jérôme, 116 p.

- ACHHAL, A., AKABLI, O., BARBERO, M., BENABID, A., M'HIRIT, A., PEYRE, C., QUEZEL, P. et RIVAS-MARTINEZ, S.
1979 A propos de la valeur bioclimatique et dynamique de quelques essences forestières du Maroc. *Ecologia Mediterranea*, 5 (sous presse).
- BARBERO, M.
1979 Les remontées méditerranéennes sur le versant italien des Alpes. *Ecologia Mediterranea*, 4: 109-131.
- BARBERO, M., LOISEL, R. et QUEZEL, P.
1974 Problèmes posés par l'interprétation phytosociologique des *Quercetea ilicis* et des *Quercetea pubescentis*. *Coll. Intern. C. N. R. S. Montpellier*, n° 235: 481-497.
- BARBERO, M. et QUEZEL, P.
1975 Les forêts de Sapin sur le pourtour méditerranéen. *Inst. Bot. Antonio José Cavanilles*, 32 (2): 1245-1289.
- BARBERO, M. et QUEZEL, P.
1975 Végétation culminale du Mont Ventoux; sa signification dans une interprétation phytogéographique des Alpes méridionales. *Ecologia Mediterranea*, 1: 3-33.
1979 Les *Pistacio-Rhamnetalia* en Méditerranée orientale. *Documents phytosociologiques* Lille (sous presse).
- BARBERO, M., QUEZEL, P. et RIVAS-MARTINEZ, S.
1980 Contribution à l'étude des groupements forestiers et sylvestres du Maroc. *Phytocoenologica* (sous presse).
- BRAUN-BLANQUET, J.
1961 Die inneralpine Tracken vegetation von der Provence bis zur Sterermark. Fischer Verlag, Stuttgart, 273 pp.
- DAGET, PH.
1977 Le bioclimat méditerranéen; caractères généraux, modes de caractérisation. *Vegetatio*, 34: 1-20.
- EMBERGER, L.
1930 Sur une formule climatique explicable en géographie botanique. *C. R. Ac. Sc.*, 191: 389-390.
1939 Aperçu général sur la végétation du Maroc. *Veroff. Geobot. Inst. Rübel* Zurich, 14: 40-157.
- PUJOS, A.
1966 Les milieux de la Cédraie marocaine. *Ann. Rech. For. Maroc*, 8: 1-283.
- PEYRE, C.
1979 Recherches sur l'étagement de la végétation dans le massif du Bou Iblane (Moyen Atlas oriental, Maroc). Thèse Univ. Droit et Economie, Sciences Aix-Marseille, 1-149.
- QUEZEL, P.
1957 Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord. *Encycl. Biol. et Ecol. Lechevalier*, Paris, 1-463.

- QUEZEL, P., BARBERO, M. et AKMAN, Y.
 1980 Contribution à l'étude de la végétation forestière d'Anatolie septentrionale. *Phytocoenologia* (sous presse).
- RIVAS-MARTINEZ, S.
 1963 Estudio de la vegetacion y flora de los Sierras de Guadarrama y Gredos. *Ann. Inst. Bot. J. Cavanilles*, Madrid, 21: 5-324.
 1975 La vegetacion de la clase *Quercetea ilicis* en Espana y Portugal. *Ann. Inst. Bot. J. Cavanilles*, 31: 205-259.
- 1979 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 1: 1-5.
 1980 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 2: 1-5.
 1981 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 3: 1-5.
 1982 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 4: 1-5.
 1983 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 5: 1-5.
 1984 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 6: 1-5.
 1985 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 7: 1-5.
 1986 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 8: 1-5.
 1987 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 9: 1-5.
 1988 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 10: 1-5.
 1989 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 11: 1-5.
 1990 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 12: 1-5.
 1991 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 13: 1-5.
 1992 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 14: 1-5.
 1993 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 15: 1-5.
 1994 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 16: 1-5.
 1995 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 17: 1-5.
 1996 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 18: 1-5.
 1997 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 19: 1-5.
 1998 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 20: 1-5.
 1999 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 21: 1-5.
 2000 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 22: 1-5.
 2001 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 23: 1-5.
 2002 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 24: 1-5.
 2003 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 25: 1-5.
 2004 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 26: 1-5.
 2005 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 27: 1-5.
 2006 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 28: 1-5.
 2007 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 29: 1-5.
 2008 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 30: 1-5.
 2009 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 31: 1-5.
 2010 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 32: 1-5.
 2011 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 33: 1-5.
 2012 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 34: 1-5.
 2013 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 35: 1-5.
 2014 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 36: 1-5.
 2015 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 37: 1-5.
 2016 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 38: 1-5.
 2017 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 39: 1-5.
 2018 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 40: 1-5.
 2019 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 41: 1-5.
 2020 Les Pistache-Ramonnées en Méditerranée occidentale. *Phytocoenologia*, 42: 1-5.

CARYOLOGICAL STUDIES ON BULGARIAN POACEAE

by

S. I. KOŽUHAROV & A. V. PETROVA

Institute of Botany with Botanical Garden,
Bulgarian Academy of Sciences, Sofia

IN this paper the results of a caryological studies of eleven grass species are presented. These species belong to monotypic genera in Bulgarian flora, and they are as follows: diploids — $2n=14$: *Apera spica-venti*, *Aira capilaris*, *Haynaldia villosa*; $2n=26$: *Lepturus cylindricus*; tetraploids — $2n=28$: *Phalaris bulbosa*, *Polygogon monspeliensis*, *Ammophila arenaria*, *Trisetum flavescens*; $2n=36$: *Danthonia calycina*; $2n=40$: *Andropogon ischaemum* and *Chrysopogon gryllus*. The chromosomme number of nine of them is reported for the first time on Bulgarian populations.

MATERIALS AND METHODS

The specimens studied originate from natural habitats in different parts of the country. Some of them were dug out with soil and reared in pots in greenhouse, some were collected in seeds and germinated in Petri dishes at room temperature. The method is the same as our previous studies (KOŽUHAROV & *al.*, 1974).

Voucher specimens are deposited in the Herbarium of Institute of Botany, of the Bulgarian Academy of Sciences (SOM).

RESULTS

1. *Andropogon ischaemum* L.

$2n = 40$ (Fig. 1)

(Sofia region, grassy habitats on calcareous ground, near vill. Malo Malovo, distr. Sofia, 18.VII.1975, SK 25557; Struma valley, grassy habitats on silicious ground, near vill. Kresna, distr. Blagoevgrad, 20.IX.1975, SK 25730).

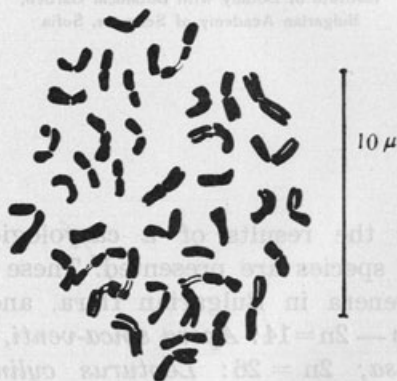


Fig. 1. — *Andropogon ischaemum* $2n = 40$.

The species is distributed on dry grassy habitats all over the country (VÁLEV in D. JORDANOV edit., 1963).

Our results follow those of GOULD (1956), CELARIER (1957), CHRISTOV & MOSKOVA (1972) and other authors (see FEDOROV edit., 1969). GOULD (l. c.) reported also $n = 25$ for Texas populations.

The chromosomes are small being not very distinct morphologically — mainly of meta- and submetacentric type and two pairs of SAT.

2. *Chrysopogon gryllus* (L.) Trin.

$2n = 40$ (Fig. 2)

(Struma valley, dry grassy and rocky places on the hill «Pcelina» near the railway station General Todorov, distr. Blagoevgrad, 28.VI.1975, SK 25469).

The species is distributed all over the country, mainly in the plains and foothills up to 1300 m a. s. l. (VÁLEV in D. JORDANOV edit., l. c.).

The chromosome number agrees with the record of AVDULOV (1931) and CELARIER (1959).



Fig. 2. — *Chrysopogon gryllus* $2n = 40$.

The karyotype consists of small chromosomes and as the previous species with not distinct morphology — from meta- and submetacentric type.

3 *Phalaris tuberosa* L.

$2n = 28$ (Fig. 3)

(Black sea coast, the salterns near Burgas, 20.VII.1965, SK 15186; Tundza hilly region, meadows near vill. Meden Kladenec, distr. Jambol, 14.VIII.1975. Sw 25811).

The species is known up to now only from the Southern coast of Black sea (HINKOVA in D. JORDANOV edit., l. c.), sub *P. bulbosa* L.

The chromosome number coincides with this one counted by HANSEN & HILL (1953), AMBASTHA (1956) and others (see FEDOROV edit., l. c.).

The karyotype consists of a pair of long and a pair of shorter metacentric chromosomes, a pair of long, seven

pairs of middle sized and two pairs of short submetacentric chromosomes, a pair of long acrocentric and a pair of middle sized SAT chromosomes of submetacentric type with large satellites. No differences of the karyotype between both investigated populations were found.

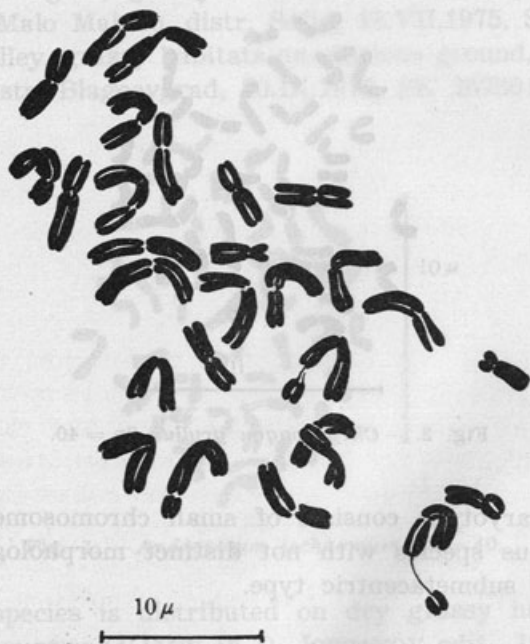


Fig. 3. — *Phalaris tuberosa* $2n = 28$.

4. *Polygonum monspeliensis* (L.) Desf.

$2n = 28$ (Fig. 4)

(Eastern Rhodope mts., grassy places near vill. Mandrica, distr. Kârdzali, on calcareous ground, 24.VII.1975, SK 25647; Struma valley, eastern slopes of the hill «Kozuha», 30.VII.1977, SK 27294; Black sea coast, grassy habitats, northern of the experimental agricultural station near town Pomorie, 14.VIII.1977, SK 27325).

The species is distributed in the warmer district of this country (PENEV in D. JORDANOV edit., l. c.).

Our results coincide with these of AVDULOV (1931), HEISER & WHITAKER (1948), BOWDEN & SENN (1960), GOULD (1968, 1970), GUPTA (1969), FERNANDES & QUEIRÓS (1969), MALIK & TRIPATHI (1970).

The caryotype consists of four pairs of metacentric, eight pairs of submetacentric chromosomes and two pairs of SAT of submetacentric type. No differences in the morphology of the caryotype between the specimens of the three

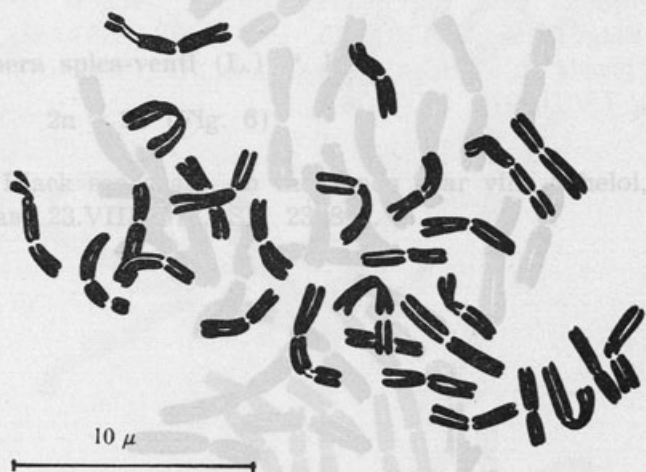


Fig. 4. — *Polypogon monspeliensis* $2n = 28$.

investigated populations were found, but our caryotype seems to differ from this one studied by FERNANDES & QUEIRÓS (l. c.) through two pairs of metacentric chromosomes less, and a pair of submetacentric and SAT chromosomes more.

5. *Ammophila arenaria* (L.) Link

$2n = 28$ (Fig. 5)

(Black sea coast, on sandy hills along the Ropotamo river, 27.VI.1972, SK 221220; Black sea coast, «Republican beach» near town Sozopol, 4.VIII.1973. SK 23613).

The species is restricted on the coastal sands of the Black sea (GEORGIEV in D. JORDANOV edit., l. c.).

Our results agree with those of TISCHLER (1937), ROHWEDER (1938), LÖVE (1954), HEDBERG & HEDBERG (1964),



Fig. 5. — *Ammophila arenaria* $2n = 28$.

KUBIEN (1964, 1965, 1968, 1970), FERNANDES & QUEIRÓS (1969). SKALINSKA & al. (1957) recorded hexaploid chromosome number ($2n = 56$) for the specimens from Poland.

The caryotype consists of a pair of long and three pairs of shorter metacentric chromosomes. The rest are of submetacentric type, three pairs of them long, the others shorter and a pair of submetacentric with secondary constriction. No differences in the caryotype between the two

investigated populations were found, as well as between them both from one side and this one studied by FERNANDES & QUEIRÓS (l. c.). Most characteristic for the karyotype of the species are the pair of submetacentric chromosomes with secondary constrictions. These chromosomes are supposed by the same authors to be two pairs, but in our karyotype they are one pair as well. The lack of any differences between the Portuguese population and the Bulgarian one means a good stability of the karyotype of this species.

6. *Apera spica-venti* (L.) P. B.

$2n = 14$ (Fig. 6)

(Black sea coast, on the sands near vill. Acheloi, distr. Burgas, 23.VIII.1973, SK 23786).



Fig. 6. — *Apera spica-venti* $2n = 14$.

The species is distributed on humid places, meadows, fields and sands all over the country (GEORGIEV in D. JORDANOV edit., l. c.).

Our result coincides with those of AVDULOV (1931), TISCHLER (1934, 1937), DELAY (1947), GADELA & KLIPHUIS (1971).

The karyotype consists of almost equal in size chromosomes except two longer pairs of metacentric. The others are a pair of metacentric, two pairs of submetacentric and

two pairs of SAT chromosomes of submetacentric type as well.

7. *Aira capillaris* Host

$2n = 14$ (Fig. 7)

(Struma valley, dry grassy and rocky places on the hill «Pcelina» near the railway station General Todorov, distr. Blagoevgrad, 28.VI.1975, SK 25473; Strandza mt., grassy places on silicious ground, near vill. Slivarovo, distr. Burgas, 7.VIII.1973, SK 23740).

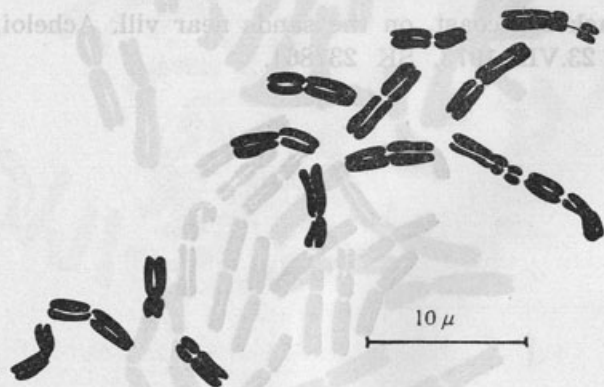


Fig. 7. — *Aira capillaris* $2n = 14$

The species is distributed all over the country, on dry and grassy habitats and meadows (GEORGIEV in D. JORDANOV edit., l. c.).

The chromosome number coincides with this one of GOULD (1958, sub *A. elegans* Willd. ex Gaudin).

The karyotype consists of a pair of metacentric, five pairs of submetacentric and a pair of SAT of submetacentric type chromosomes. No differences in morphology of the karyotype between two investigated populations were found.

8. *Trisetum flavescens* (L.) P. B.

$2n = 28$ (Fig. 8)

(Strandza mt., grassy habitats on silicious rocks, near vill. Slivarovo, distr. Burgas, 7.VIII.1973, SK 23744).



Fig. 8. — *Trisetum flavescens* $2n = 28$.

The species is distributed on meadows and shrubs in South Bulgaria (KOZUHAROV in D. JORDANOV edit., l. c.).

Our result agrees with this of BOWDEN (1960).

The caryotype consists of five pairs of metacentric chromosomes, of which a pair of long, two pairs of middle size and two pairs of short, seven pairs of submetacentric chromosomes — three pairs of long, two pairs of middle size and two pairs of short, and two pairs of submetacentric type SAT chromosomes — a pair of them short with short little arm and the other pair long with longer short arm.

9. *Danthonia calycina* (Vill.) Reichenb. $2n = 36$ (Fig. 9)

(Sofia region, grassy habitats on silicious ground, loc. «Pobit kamâk», distr. Sofia, 17.VI.1975, SK 25437).

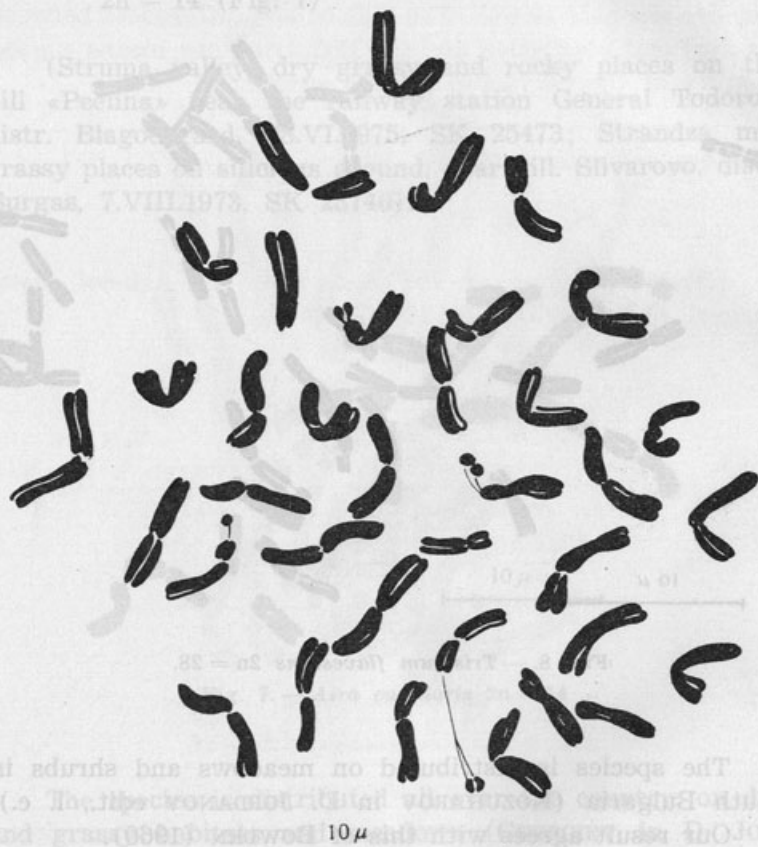


Fig. 9. — *Danthonia calycina* $2n = 36$.

The species is sparsely distributed all over the country, except in the northeastern part, till 1500 m a. s. l. (KOZUHAROV in D. JORDANOV edit., l. c.).

The chromosome number agrees with this one of PACKER (1936 after LÖVE & LÖVE, 1961), sub *D. provincialis*.

The caryotype consists of seven pairs of metacentric chromosomes, nine pairs of submetacentric, a pair of them the shortest in the caryotype, and two pairs of SAT chromosomes of submetacentric type.

10. *Lepturus cylindricus* (Willd.) Trin.

$2n = 26$ (Fig. 10)

(Black sea coast, grassy and sandy habitats near town Ahtopol, distr. Burgas, 5.VIII.1973, SK 23641).



Fig. 10. — *Lepturus cylindricus* $2n = 26$.

The species is distributed in Southeastern part of the country (KOCEV in D. JORDANOV edit., l. c.).

Our result coincides with this one of SAURA (1948). HUNTER (1934, see FEDOROV edit., l. c.) recorded $2n = 52$ for this species.

The caryotype consists of a pair of long metacentric chromosomes, two pairs of long, six pairs of middle sized

and three pairs of short submetacentric chromosomes, and a pair of long SAT chromosomes of submetacentric type.

11. *Haynaldia villosa* (L.) Schur

$2n = 14$ (Fig. 11, 12)

(Central Stara planina mt., near hut «Hubavec», above town Karlovo, distr. Plovdiv, 31.VII.1969, SK 191716; Znepole region, rocky places on the hill «Cepan», near Dragoman,

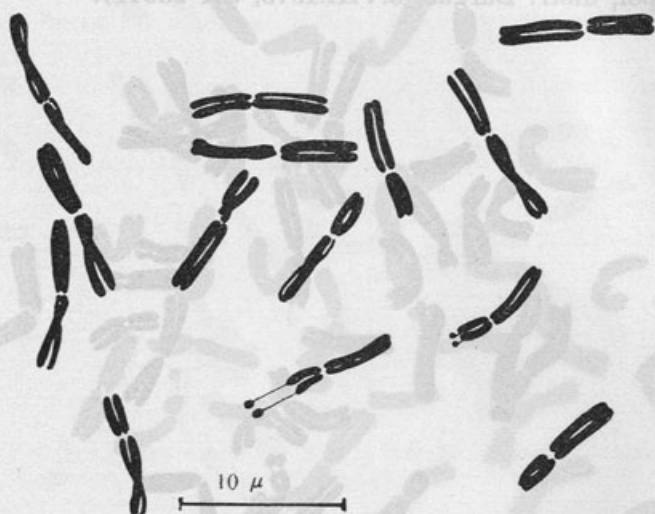


Fig. 11. — *Haynaldia villosa* $2n = 14$.

23.VII.1973, SK 23508; Eastern Rhodope mts., eastern of Momcilgrad, 24.VII.1975, SK 25623).

The species is distributed on dry, grassy places all over the country, up to 1000 m a. s. l. (KITANOV in D. JORDANOV edit., l. c.).

Our results agree with those of AVDULOV (1931), SEARS (1948), KOZUHAROV & KUZMANOV (1965) and others (see FEDOROV edit., l. c.).

The specimens investigated from Stara planina mt. and Eastern Rhodope mts. did not show any differences in the karyotype. The chromosomes are: a pair of metacentric,

five pairs of submetacentric and a pair of SAT of submetacentric type chromosomes (Fig. 11). The karyotype of the specimen from «Cepan» (Fig. 12) consists only of submetacentric chromosomes, a pair of them SAT. The

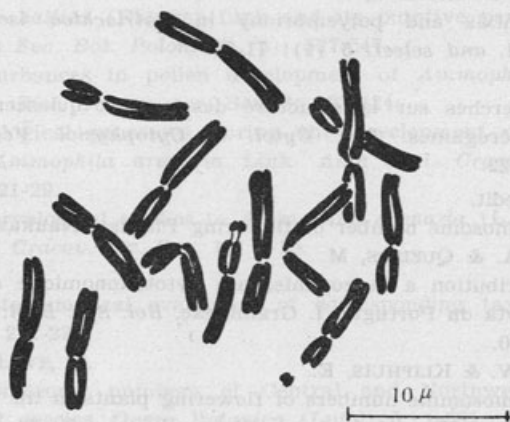


Fig. 12. — *Haynaldia villosa* $2n = 14$.

chromosomes of the species are long with very clear morphology.

KOZUHAROV & KUZMANOV (l. c.) did not describe the karyotype of the specimen from Struma valley studied by them.

REFERENCES

- AMBASTHA, H.
1956 Cytological investigations in *Phalaris*. *Genetica* **28** (1-2): 64-98.
- AVDULOV, N.
1931 Karyo-Systematische Untersuchung der Familie Gramineen. *Applied Bot. Genet. and Plant-breed.* **44**. Leningrad.
- BOWDEN, W. M.
1960 Chromosome numbers and taxonomic notes on northern grasses. III. Twenty five genera. *Canad. Jour. Bot.* **38** (4): 541-557.
- BOWDEN, W. M. & SENN, H. A.
1962 Chromosome numbers in 28 grass genera from South America. *Canad. Jour. Bot.* **40** (8): 1115-1124.

- CELARIER, R. P.
1957 The cyto-geography of the *Bothriochloa ischaemum* complex. II Chromosome behavior. *Amer. Jour. Bot.* **44** (9): 729-738.
1959 Cytotaxonomy of the Andropogoneae IV. Subtribe Sorgheae. *Cytologia* **24** (3): 285-303.
- CHRISTOV, M. & MOSKOVA, R.
1972 Apomixis and polyembryony in *Bothriochloa ischaemum* L. *Genet. and select.* **5** (1): 71-86.
- DELAY, C.
1947 Recherches sur la structure des noyaux quiescents chez les Phanérogames. *Rev. Cytol. et Cytophysiol. Vég.* **9** (1-4): 169-222.
- FEDOROV, A. edit.
1969 Chromosome number of flowering Plants. «Nauka», Leningrad.
- FERNANDES, A. & QUEIRÓS, M.
1969 Contribution a la connaissance cytotaxonomique des Spermatophyta du Portugal. I. Gramineae. *Bol. Soc. Brot.* **43** (sér. 2): 20-140.
- GADELLA, T. W. & KLIPHUIS, E.
1971 Chromosome numbers of flowering plants in the Netherlands. V. *Proc. Kon. Ned. Acad. Wetensch.*, ser. C: 74.
- GOULD, F. W.
1956 Chromosome counts and cytotaxonomic notes on grasses of the tribe Andropogoneae. *Amer. Jour. Bot.* **43** (6): 395-404.
1958 Chromosome numbers in southwestern grasses. *Amer. Jour. Bot.* **45** (10): 757-768.
1968 Chromosome numbers of Texas grasses. *Canad. Jour. Bot.* **46**: 1315-1325.
1970 IOPB Chromosome number reports XXV. *Taxon* **19**: 102-113.
- GUPTA, P. K.
1969 IOPB Chromosome number reports XX. *Taxon* **18**: 213-221.
- HANSEN, A. A. & HILL, H. D.
1953 The occurrence of aneuploidy in *Phalaris* spp. *Bull. Torrey Bot. Club* **80** (1): 16-20.
- HEDBERG, I. & HEDBERG, O.
1964 Documented chromosome numbers of Swedish plants. *Svensk Bot. Tidskr.* **58** (1): 125-129.
- HEISER, C. B. & WHITAKER, T. W.
1948 Chromosome number, polyploidy and growth habit in Californian weeds. *Amer. Journ. Bot.* **35** (3): 179-186.
- JORDANOV, D. edit.
1963 Flora Reipublicae Popularis Bulgaricae, vol. 1. In aedib. *Acad. Sci. Bulg. Serdicae*.
- KOZUHAROV, S. & KUZMANOV, B.
1965 Chromosome numbers of flowering plants in Bulgaria. *Mitteilung. Bot. Inst.* **15**: 255-258.

KOZUHAROV, S., PETROVA, A. & STOEVA, M.

- 1974 Chromosomal variation in the *Brachypodium* genus in Bulgaria with regard to its evolution and taxonomy. *Genet. Polonica* 14 (1-2): 13-23.

KUBIEN, E.

- 1964 Cytological, morphological and anatomical studies in *Ammophila baltica* (Flugge) Link and its putative parents species. *Acta Soc. Bot. Polon.* 33 (3): 527-547.
- 1965 Disturbances in pollen development of *Ammophila arenaria*. *Acta Biol. Cracov. ser. Bot.* 8: 123-134.
- 1968 Cytological processes during the development of antipodals in *Ammophila arenaria* Link. *Acta Biol. Cracov. ser. Bot.* 11: 21-29.
- 1970 Embryological studies in *Ammophila arenaria* (L.) Link. *Acta Biol. Cracov. ser. Bot.* 13: 1-10.

LÖVE, A.

- 1954 Cytotaxonomical evaluation of corresponding taxa. *Vegetatio* 5-6: 212-224.

LÖVE, A. & LÖVE, D.

- 1961 Chromosome numbers of Central and Northwest European plant species. *Opera Botanica* (Lund) 5: 1-581.

MALIK, C. P. & TRIPATHI, R. C.

- 1970 IOPB Chromosome number reports XXVII. *Taxon* 19: 437-442.

ROHWEDER, H.

- 1938 Versuch zur Erfassung der mengenmassigen Bedeckung des Darss und Zingst mit polyploiden Pflanzen. *Planta* 27 (4): 501-549.

SAURA, F.

- 1948 Cariologia de Gramineas en Argentina. *Rev. Fac. Agron. Vet.* (Buenos Aires) 12: 51-67.

SEARS, E. R.

- 1948 The cytology and genetics of the wheats and their relatives. *Advances in Genetics* 2: 239-271.

SKALINSKA, M. *et al.*

- 1957 Further studies in chromosome numbers of Polish Angiosperms. *Acta Soc. Bot. Polon.* 26 (1): 215-245.

TISCHLER, G.

- 1934 Die Bedeutungen der Polyploidie für die Verbreitung der Angiospermen, erläutert an den Arten Schleswig-Holsteins, mit Ausblicken auf andere Florengebiete. *Bot. Jahrb.* 67: 1-36.

- 1937 Die Halligenflora der Nordsee im Lichte cytologischer Forschung. *Cytologia, Fujii Jub. vol.*: 162-170.

THE CARYOTYPE OF A RELIC GRASS SPECIES AND SOME NOTES ON ITS RELATIONS

by

S. I. KOŽUHAROV & A. V. PETROVA

Institute of Botany with Botanical Garden, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia

THE species of *Brachypodium sanctum* (Janka) Janka has always been considered by the authorities of the Balcan flora as one of the few relic grasses of the Peninsula.

TURRIL (1929) characterized it as «relatively old type being morphologically very distinct from the other species of the genus». STEFANOV (1943) treated it as «representative of the conservative endemism (of the Balcan flora) related to *B. macropodium* Hack. from Sierra de Cintra in Portugal».

This species is distributed in North Greece and South West Bulgaria, on calcareous rocks. In Bulgaria it is limited in two opposed localities—the southern slopes of Pirin mountain, and Slavjanka (Alibotush) mountain (KITANOV in D. JORDANOV edit., 1963, sub *Agropyrum sanctum*).

The material for this study was collected from both localities as follows: 1. South Pirin mt., near vill. Delcevo, distr. G. Delcev, 27.IX.1973, SOM—SK 23802. 2. Slavjanka mt., Parilski dol (valley of Paril), 28.IX.1973, SOM—SK 23832. The method is the same as in the previous studies (KOZUHAROV & al., 1974).

The caryotype consists of fourteen chromosomes ($2n = 14$, KOZUHAROV & PETROVA, 1975, sub *Agropyron sanctum*), partly differentiated only by their size (Fig. 1). All chromosomes according the scheme of KUZMANOV & KOZUHAROV (1967) are submetacentric as follow (Fig. 2): two pairs of long, the longest in the caryotype (I, II), two

pairs shorter for their short arms (III, IV), and three pairs shortest in the karyotype, their short arms being equal of those of the previous pairs and their long arms — shorter than the previous pairs (V, VI, VII). No SAT chromosomes

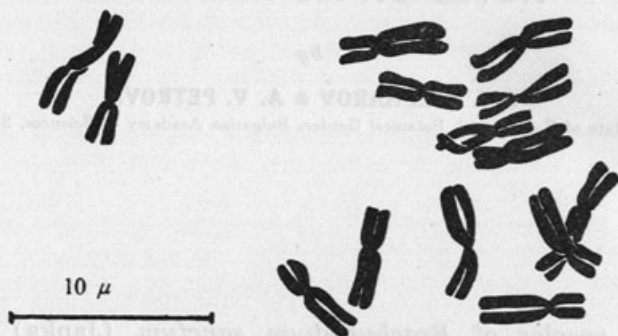


Fig. 1. — Drawing of a metaphase plate of *B. sanctum*.

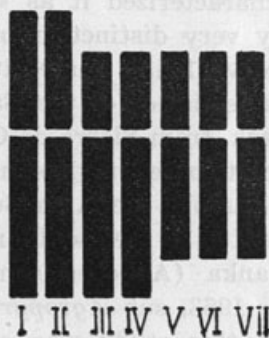


Fig. 2. — Ideogram of *B. sanctum*

were seen in all of the plates studied. Thus, the karyotype seems rather symmetric which coincides with its relic nature.

In the meantime another species of g. *Brachypodium* on the serpentine rocks of S. E. Albania has been twice recognized. And as it turned out — also endemic for the Balcan Peninsula. C. E. HUBBARD was the first who has found it (West Korca near Vaskopoj) and named it *B. serpentinii* (Hok. Icon. Plant. 33, 1935). His publication evidently has not been easy accessible to the Bulgarian botanists

during the first some years after the second world war, and two of them — B. ACHTAROV and B. KITANOV, 1948) have recognized it for second time under the name *B. albanicum*. The type specimen¹ originates from Shebenikut. This is almost the same locality recorded later by MARK-

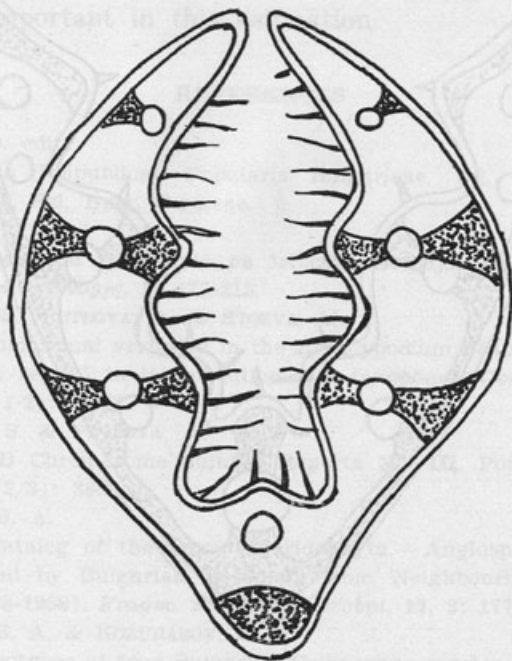


Fig. 3. — Leaf section of *B. serpentinii*.

GRAF (1949) about one of his gatherings of the plant in 1924.

The taxonomic position of *B. sanctum* and *B. serpentinii* seems to be not very sound as yet. *B. sanctum* for instance is often referred to g. *Agropyron* Gaertn., like it was treated in Flora P. R. Bulgaria (KITANOV in D. JORDANOV edit.,

¹ «In rupestribus subalpinis serpentinicis mt. Shebenikut cca 1970 m s. m., 21.VIII.1947, leg. B. Kitanov — SOM 98001». This specimen has been recorded by B. KUZMANOV (1971) as being doubtfully kept in Skopje.

l. c.). MELDERIS (1978) suggests integrating both species in a separate genus *Festucopsis* based on HUBBARD's section of g. *Brachypodium*. This integration seems plausible when having in mind the type of the basal sheets of both species.

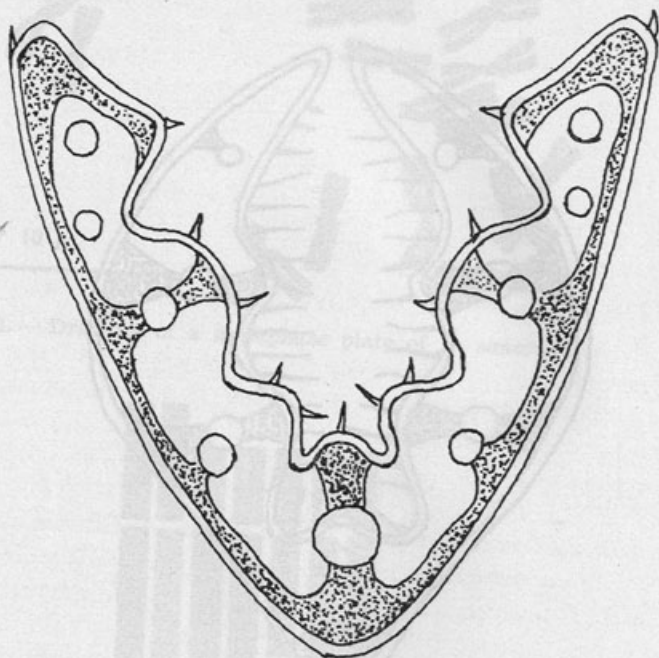


Fig. 4. — Leaf section of *B. sanctum*.

However the type of the basal sheets of *B. serpentinii* is far more different from this one of *B. sanctum* than it is possible to keep them in one section or genus. The differences became more considerable taking into account the inflorescens. The inflorescens of *B. sanctum* is more close to this one of some *Agropyron* species from one side and some *Brachypodium* species from the other side.

B. serpentinii however seems to be more related to the other species of *Festuca* than either to *Agropyron* or *Brachypodium*. We tried to compare leaf sections of *B. serpentinii* (Fig. 3) — (voucher specimen — the type material

of *B. albanicum* Aicht. et Kitan.) and *B. sanctum* (Fig. 4). These species differ rather strongly on the base of disposition of the sclerenchym bands.

The relations between both species from one side and between each of them and *B. macropodium* on the other side ought to be estimate, and the caryological data will be most important in this estimation.

REFERENCES

- JORDANOV, D. edit.
1963 Flora Reipublicae Popularis Bulgaricae, vol. 1. In aedib. Acad. Sci. Bulg. Serdicae.
- KITANOV, B.
1948 Prinos kon izucavanie na istocna Albanija. *Ann. Fac. Phil. L'Univ. Skopje*, 1: 177-213.
- KOZUHAROV, S., PETROVA, A. & STOEVA, M.
1974 Chromosomal variation in the *Brachypodium* genus in Bulgaria with regard to its evolution and taxonomy. *Genet. Polonica*, 14 (1-2): 13-23.
- KOZUHAROV, S. & PETROVA, A.
1975 IOPB Chromosome number Reports XLVIII. Poaceae. *Taxon*, 24 (2/3): 369.
- KUZMANOV, B. A.
1971 A Catalog of the Taxa (Pteridophyta — Angiospermae). Described by Bulgarian Botanists from Neighbouring Countries (1888-1959). *Fragm. Florist. et Geobot.* 17, 2: 177-210.
- KUZMANOV, B. A. & KOZUHAROV, S. I.
1967 Caryotypes of four Bulgarian Compositae species. *Compt. rend. l'Acad. Bulg. Sci.* 20 (5): 469-472.
- MARKGRAF, F.
1949 Die Verbräitung von *Brachypodium serpentini* Hubb. *Bot. Jahrb.* 74: 268-270.
- MELDERIS, A.
1978 *Bot. Journ. Linn. Soc.* 76: 319.
- STEFANOV, B.
1943 Fitogeografski elementi v Bălgaria. *Sbornik Bulg. Acad. Nauk.* 39.
- TURRIL, W. B.
1929 The Plant Life of the Balkan Peninsula. Oxford.

of the chromosome set. In the present study, the cytogenetic data obtained from the present study are compared with those of other authors. The present study shows that the cytogenetic data obtained from the present study are in agreement with those of other authors. The present study shows that the cytogenetic data obtained from the present study are in agreement with those of other authors.

REFERENCES

ANDREWS, L. H. 1957. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 1961. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 1963. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 1965. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 1967. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 1969. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 1971. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 1973. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 1975. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 1977. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 1979. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 1981. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 1983. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 1985. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 1987. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 1989. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 1991. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 1993. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 1995. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 1997. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 1999. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 2001. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 2003. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 2005. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 2007. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 2009. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 2011. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 2013. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 2015. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 2017. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 2019. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 2021. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

ANDREWS, L. H. 2023. *Chromosomes and Taxonomy*. London: Chapman and Hall.

SUR L'ORIGINE DES POCHE SÉCRÉTRICES DANS LES FEUILLES D'*HETEROPYXIS* HARV. *

par

J. D. SANTOS DIAS et J. F. MESQUITA

Institut Botanique, Laboratoire de Microscopie Électronique et Centre
de Physiologie et Cytologie Végétales de l'Université de Coimbra

Abstract

One of the anatomic characteristics of the *Heteropyxis* (african genus with only three species) is the presence of secretory structures in flowers, leaves and juvenile stems. The origin of the glandular cavity of these structures is a controversial matter in some families, among them *Myrtaceae*, where *Heteropyxis* seems should be included. In order to analyse concretely the problem in the species *H. natalensis*, the leaf primordia were isolated for histocytological study in the optical and electron microscopes. The following results are stressed: a. The mesophyll, although of the asymmetric type, is exclusively formed by spongy parenchyma rather heterogenous as far as cell morphology and development of intercellular spaces. b. The secretory structures (one in every mesh of the reticulum) are placed in the parenchyma adjacent to the lower epidermis, showing no synchronization between their differentiation and the foliar development. c. The most juvenile stages observed were small sub-epidermic cell groups which rapidly evolve into spherical masses of polyhaedric cells, structurally very different from the surrounding ones. d. Then, some cell walls of the centrally located cells degrade away (the plasmalemma remaining intact), clearly originating intercellular space. The cavity observed in mature secretory structures has therefore a schizogenic origin.

* Ce travail a été subsidié par l'«Instituto Nacional de Investigação Científica» (I. N. I. C.) (Centre CB2).

INTRODUCTION

DEPUIS que HARVEY (1863) a décrit pour la première fois le genre africain *Heteropyxis*, sa position systématique a été souvent discutée. C'est ainsi que, selon les Auteurs, il pourrait justifier la création d'une famille indépendante (*Heteropyxidaceae*), ou bien il aurait des affinités avec les *Lythraceae*, *Myrsinaceae*, *Rhamnaceae*, *Rutaceae* et *Myrtaceae*. (Pour de la bibliographie et discussion détaillée du problème, voir STERN & BRIZICKY, 1958 et FERNANDES, 1971).

Parmi les caractères qui ont été considérés comme ayant de la valeur taxonomique, figurent les structures sécrétrices présentes dans les fleurs, les feuilles et les jeunes tiges de cette plante arborée ou arbustive (STERN & BRIZICKY, 1958). Alors, dans le cadre d'une étude en cours sur les aspects ultrastructurales du processus de sécrétion chez les plantes supérieures, nous avons pensé qu'il serait intéressant d'étudier ces structures dans le genre *Heteropyxis*, d'autant plus que, d'une part, leur origine, particulièrement chez les *Rutaceae* et *Myrtaceae* est aussi un sujet controversé et, d'autre part, nous ne connaissons aucun article d'ultrastructure cellulaire concernant le genre en cause.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Pour réaliser ce travail, nous avons profité des cultures d'*Heteropyxis* existant dans l'Institut Botanique de Coimbra, où les plantes ont été obtenues à partir de graines récoltées au Mozambique.

Dans chaque bouton de l'espèce *H. natalensis* on a isolé à la loupe le méristème apical et les cinq primordes foliaires adjacents que, de suite, ont été plongés dans le fixateur (glutaraldéhyde à 2.5 % dans le tampon Sorensen 0.025M pH 6-8). Alors, ce matériel et des feuilles adultes ont été découpés, en des petits morceaux, qui ont subi le traitement habituel pour la microscopie électronique, comprenant, en dehors de la fixation, une post-fixation à l'acide osmique (1 %), la déshydratation à l'alcool et l'inclusion selon la

méthode de SPURR (1969). Les coupes ultrafines ont été contrastées par l'acétate d'uranyle et le citrate de plomb (REYNOLDS, 1963) et étudiées dans un microscope électronique Siemens Elmiskop 101.

Pour les observations au M. O., des coupes semi-minces ont été ramassées sur des lames de microscopie et colorées par le bleu de toluidine (MC-GEE-RUSSEL & SMALE, 1963).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Dans les jeunes feuilles bifaciales d'*Heteropyxis natalensis*, on ne trouve pas un parenchyme chlorophyllien en palissade comme il est courant dans les Dicotyledonae. Malgré ça, le mésophylle est nettement asymétrique, résultant cette asymétrie, d'une part, de l'hétérogénéité de ses cellules en ce qui concerne leur morphologie et dimensions et, d'autre part, du développement et de la distribution des espaces intercellulaires (Pl. I, fig. 3).

En effet, dans les coupes transversales et tangentielles, nous avons constaté que, du côté adaxial, le parenchyme foliaire, par suite d'être constitué par des cellules à peu près sphériques, montre l'aspect d'un tissu homogène à des nombreux et petits espaces intercellulaires (Pl. I, figs. 3 et 4). Par contre, dans la face abaxial, les cellules, beaucoup plus grandes et à morphologie variée, forment un parenchyme spongieux doué de lacunes très développées (Pl. I, figs. 3 et 5). Quant à leur contenu, en dehors du noyau et des grandes vacuoles, ressortent, parmi les organites habituels, des chloroplastes très riches en amidon (Pl. I, figs. 2 et 5). Nous avons constaté qu'il n'y a point de synchronisme entre la différenciation des poches sécrétrices et le développement foliaire. Effectivement, il est fréquent trouver des stades assez jeunes à côté de glandes matures, c'est-à-dire des cavités sécrétrices complètement différenciées (Pl. II, fig. 1-3). Cependant, on ne voit qu'une de ces structures dans chaque maille du réseau formé par les nervures foliaires.

De même qu'il arrive chez *Eucalyptus* sp. (Myrtacée) (CARR & CARR, 1970), le développement de ces structures

progrèsse très rapidement, leur étude devenant assez difficile, particulièrement au début de la différenciation.

Les stades les plus jeunes qui nous avons observé comprennent des ensembles cellulaires sous-épidermiques (2-8 cellules) qui, bientôt, évoluent en des massifs plus au moins sphériques, constitués par des cellules polyédriques et parfaitement justaposées (Pl. II, figs. 1-3).

Au cours de la différenciation de ces massifs cellulaires, les cellules périphériques croissent tangentiellement et s'appatissent par rapport aux cellules centrales (Pl. III, fig. 4). De cette manière, des cellules de deux types se différencient assez tôt: d'une part, des cellules enveloppantes («casing cells») formant une, ou parfois deux assises cellulaires et, d'autre part, des cellules centrales qui vont constituer l'épithélium sécréteur proprement dit («epithelial cells») (Pl. IV, fig. 1). Ces cellules, au début allongées radialement, deviennent aussi plus ou moins applaties, au fur et à mesure que le lumen de la glande se développe (Pl. IV, fig. 1). À l'exception des parois tangentielles externes des cellules enveloppantes, toutes les parois cellulaires de la structure sécrétrice sont très minces par rapport à celles des cellules du mésophylle (Pl. III, fig. 4 et Pl. IV, fig. 1).

On peut dire que la différenciation d'épaississements dans les parois des cellules centrales est le premier signe annonçant l'ouverture de la cavité sécrétrice (Pl. III, fig. 4). Par suite de la dégradation progressive de la lamelle moyenne et des parois primaires, ces épaississements prennent bientôt l'allure d'une sorte de pochettes dans lesquelles on voit souvent un matériel granuleux-fibrillaire (Pl. III, fig. 4).

Il en résulte alors un petit espace intercellulaire dû à l'éloignement des cellules qui ne restent plus liées les unes aux autres aux endroits où il a pris lieu cette dégradation-là (Pl. III, fig. 5). La continuation du processus dégradatif tout au long des parois radiales permet l'élargissement progressif du lumen de la glande (Pl. III, figs. 5 et 6 et Pl. IV, figs. 1 et 2). On doit remarquer que les surfaces cellulaires limitatives de la cavité sécrétrice conservent le plasma comme intact, souvent bordé à l'extérieur par une couche d'épaisseur variable, constituée, apparemment, par du matériel pariétal

en état plus ou moins avancé de dégradation (Pl. IV, figs. 1 et 2).

Par contre, nous n'avons jamais trouvé des signes inéquivoques de lyse du contenu de ces cellules, même aux stades plus avancés de la différenciation.

Quant à l'ultrastructure, les cellules à sécrétion lipophylique ont été normalement définies par les caractéristiques suivantes: un hyaloplasme assez dense; un réticulum endoplasmique du type «smooth» bien développée et souvent associé aux plastes; des leucoplastes peu structurés et un appareil de Golgi peu développé par rapport à celui des cellules qui sécrètent des polysaccharides (SCHNEFF, 1974; DELL & McCOMB, 1978).

En dehors d'un cytoplasme très dense par suite de sa richesse en ribosomes et de la faible activité de l'appareil de Golgi, ces caractères ne ressortent pas dans les cellules épithéliales des poches sécrétrices d'*Heteropyxis natalensis*. D'une façon générale, les biomembranes sont peu évidentes (Pl. III, fig. 3) et le matériel osmiophile (couramment identifié avec la sécrétion) est pratiquement absent, tant dans les plastes que dans le cytoplasme. De même pour le lumen de la glande que, le plus souvent, semble, être complètement vide (Pl. IV, fig. 1).

Néanmoins, avant l'ouverture de l'espace schizogène, il apparaît parfois dans les vacuoles un matériel électrodense (Pl. III, fig. 4), dont l'origine n'a pas pu être éclaircie.

Bien que nous n'ayons pas employé des techniques spécifiques pour caractériser le produit de la sécrétion, il se peut que, tenant compte des caractéristiques ultrastructurales signalées ci-dessus et, d'accord avec SCHNEFF (1974), l'absence de sécrétion soit réelle, c'est-à-dire que nous avons fait la fixation à un moment pendant lequel l'activité sécrétrice de la plante était très faible ou même nulle.

L'origine de la cavité sécrétrice des glandes à l'huile chez les *Myrtaceae* et *Rutaceae* a été très discutée. D'après CARR & CARR (1970) qui ont fait, en microscopie optique, une analyse détaillée du développement de ces structures dans les embryons de quelques espèces d'*Eucalyptus*, cette cavité se forme toujours, schizogènement. Nous avons nous-

-mêmes complémenté les observations chez *Heteropyxis natalensis* avec une étude parallèle dans des jeunes feuilles d'*Eucalyptus globulus* (Pl. IV, figs. 3 et 4) et nous sommes arrivé aussi à la conclusion de que le processus est tout à fait identique dans les deux espèces, c'est-à-dire, les poches sécrétrices sont vraiment schizogènes.

Bien que beaucoup d'autres espèces doivent être étudiées sous ce point de vue, avant d'en tirer des conclusions définitives, d'après ce qu'il est déjà connu au niveau ultrastructurale, on peut peut-être avancer que, vraisemblablement, la schizogénie ne sera pas le processus dominant, et beaucoup moins exclusif, dans le développement des cavités sécrétrices dans les *Rutaceae*. Effectivement, chez cette famille, elles ont été décrites, le plus souvent, comme étant lysogènes (HEINRICH, 1966, PETERSON & col., 1978) ou schizolysogènes (THOMSON & col., 1976; PETERSON & col., 1978). Par contre, dans les *Myrtaceae*, malgré toute l'ancienne controverse, les études de CARR & CARR (1970) indiquent que, chez cette famille, les poches sécrétrices s'ouvrent plutôt par un mécanisme vraiment schizogénique.

STERN & BRIZICKY (1958) et plus tard FERNANDES (1971) ont discuté en détail la position systématique du genre *Heteropyxis* en se basant essentiellement sur des caractères anatomiques (STERN & BRIZICKY, 1958) ou de la morphologie externe et caryologiques (FERNANDES, 1971). Ils sont arrivés à la conclusion que, parmi les familles *Myrsinaceae*, *Rhamnaceae*, *Rutaceae* et *Myrtaceae* (avec lesquelles ont été discutées des éventuelles affinités d'*Heteropyxis*), le genre doit être inclu dans les *Myrtaceae*.

Alors, les données ultrastructurales que nous venons de présenter sur l'origine des poches sécrétrices semblent appuyer le point de vue de ces Auteurs, selon lequel le genre *Heteropyxis* doit être rangé dans les *Myrtaceae*.

BIBLIOGRAPHIE

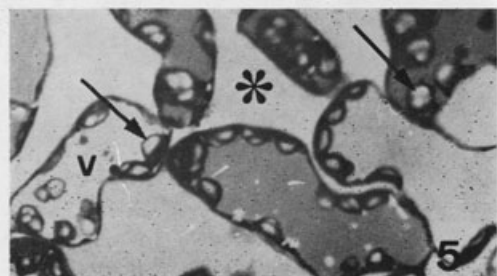
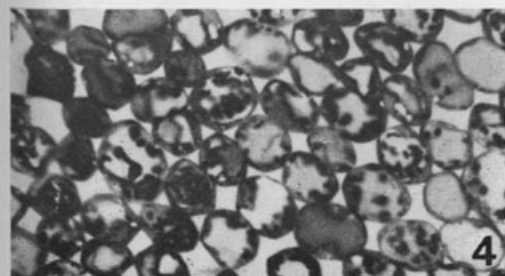
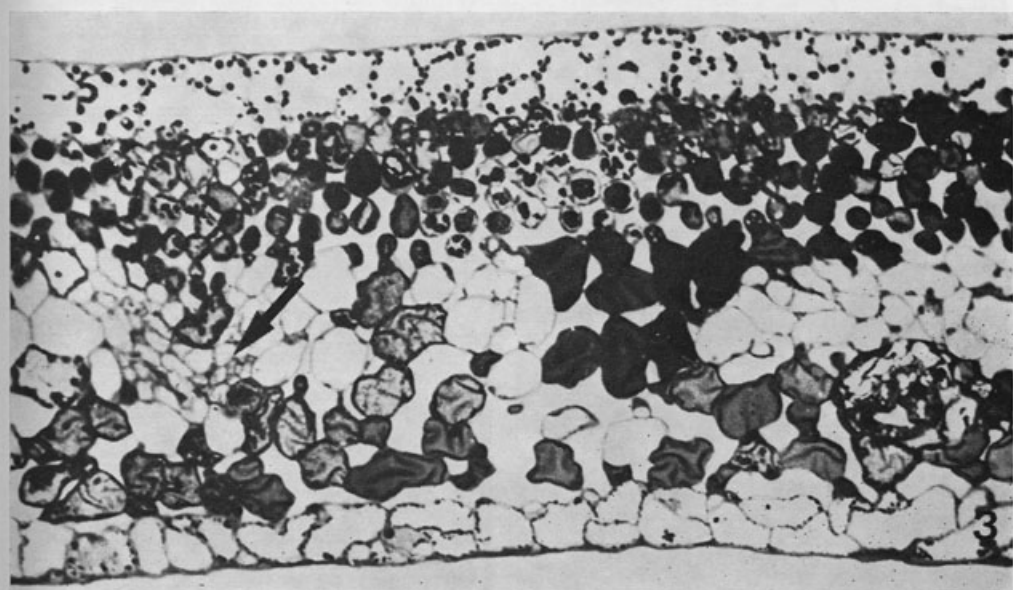
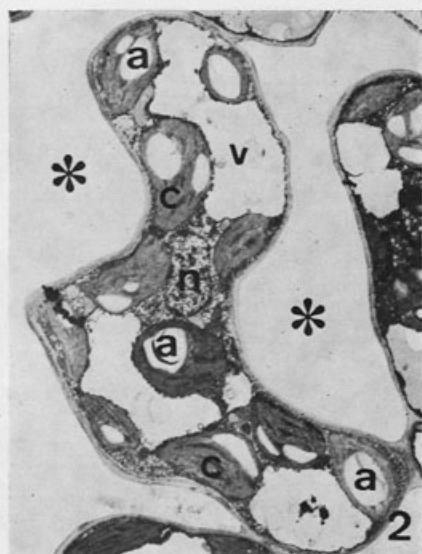
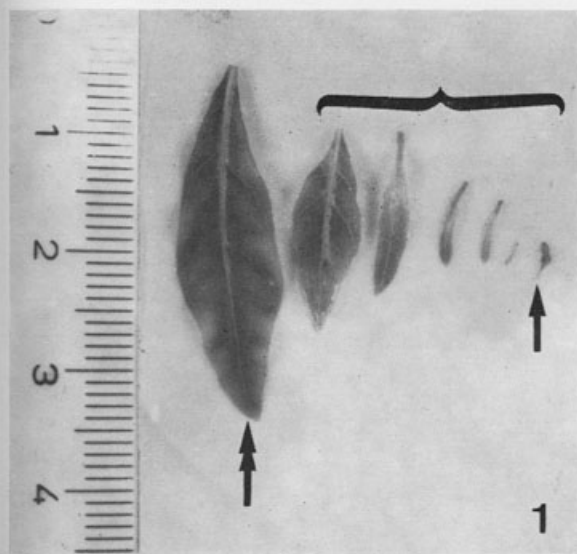
- CARR, D. J. & CARR, S. G. M.
1970 Oil glands and ducts in *Eucalyptus* L'Hérit. II Development and structure of oil glands in the embryo. *Austr. J. Bot.* **18**: 191-212.
- DELL, B. & McCOMB, A. J.
1978 Plant resins—Their formation, secretion and possible functions. *Advances in Bot. Res.* **6**: 278-312.
- FERNANDES, A.
1971 Contribution à la connaissance du genre *Heteropyxis* Harv. *Mitt. Bot. Staatssamml. München* **10**: 207-234.
- HEINRICH, G.
1966 Licht- und elektronenmikroskopische Untersuchungen zur Genese der Exkrete in den lysigenen Exkretäumen von *Citrus medica*. *Flora (Jena)*, **156**: 451-456.
- McGEE-RUSSEL, S. M. & SMALE, N. B.
1963 On colouring epon-embedded tissue sections with Sudan black B or Nile blue A for light microscopy. *Quart. J. Microsc. Sci.* **104**: 109.
- PETERSON, R. L., SCOTT, M. G. & ELLIS, B. E.
1978 Structure of a stem-derived callus of *Ruta graveolens*: meristems, leaves and secretory structures. *Can. J. Bot.* **56**: 2717-2729.
- REYNOLDS, E. S.
1963 The use of lead citrate at high pH as an electron opaque stain in electron microscopy. *J. Cell Biol.* **17**: 208-213.
- SCHNEFF, E.
1974 Gland cells. In: Dynamic aspects of plant structure. Edit. by A. W. Robards. McGraw-Hill Book Co. (U. K.), Maidenhead, Berkshire. pp. 331-337.
- SPURR
1969 A low viscosity epoxy resin embedding medium for electron microscopy. *J. Ul. Res.* **26**: 31-43.
- STERN, W. L. & BRIZICKY, G. K.
1958 The comparative anatomy and taxonomy of *Heteropyxis*. *Bull. Torrey Bot. Club* **85** (2): 111-123.
- THOMSON, W. W., PLATT-ALOIA, K. A. ENDRESS, A. G.
1976 Ultrastructure of oil gland development in the leaf of *Citrus sinensis* L. *Bot. Gaz.* **137** (4): 330-340.

EXPLICATION DES PLANCHES

1. En dehors des figs. 3 et 4 de la Pl. IV qui concernent des feuilles d'*Eucalyptus globulus*, toutes les autres microphotographies se rapportent à l'espèce *Heteropyxis natalensis*.
2. Méthode de préparation du matériel.
 - a. *Microscopie photonique* (Pl. I, figs. 3-5 et Pl. II, figs. 1-3): coupes semi-minces du matériel inclus dans une résine (SPURR, 1969) et colorées par le bleu de toluidine (MCGEE-RUSSEL & SMALE, 1963).
 - b. *Microscopie électronique* (Pl. I, fig. 2; Pl. III; Pl. IV): sections ultrafines du matériel fixé au glut/OsO₄, inclus selon la méthode de SPURR (1969) et contrasté par l'acétate d'uranyle suivi du citrate de plomb.
3. Abréviations: a, amidon; c, chloroplaste; m, mitochondrie; n, noyau; nu, nucléole; p, paroi cellulaire; pl, plaste; re, réticulum endoplasmique; v, vacuole.

PLANCHE I

- Fig. 1. — Le méristème apical (flèche simple), les cinq jeunes feuilles adjacentes et une feuille adulte (flèche double).
- Fig. 2. — Aspect général de l'ultrastructure d'une cellule du parenchyme spongieux: remarquer les chloroplastes riches en amidon (a) et les espaces intercellulaires (lacunes) très développés (*). $\times 4500$.
- Fig. 3. — Anatomie du limbe de la feuille: on voit l'épiderme supérieur, le mésophylle asymétrique, l'épiderme inférieur et un faisceau libéro-ligneux (flèche) (voir le texte). $\times 1250$.
- Fig. 4. — Détail du mésophylle (côté adaxial): des cellules sphériques forment un parenchyme homogène et relativement compact à des nombreux et petits espaces intercellulaires (méats). $\times 2400$.
- Fig. 5. — Détail du mésophylle (côté abaxial): parenchyme spongieux constitué par des cellules très vacuolisées et contenant des chloroplastes riches en amidon (flèches). Parmi ces cellules ressortent des lacunes très développées (*). $\times 3000$.



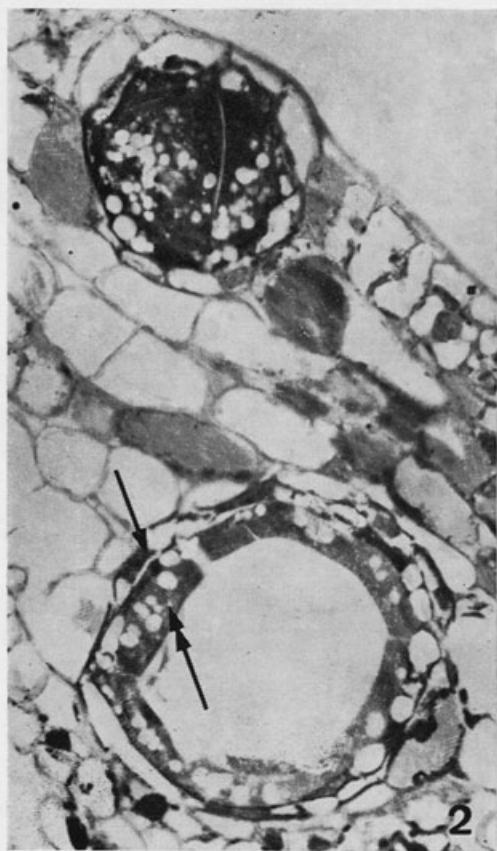
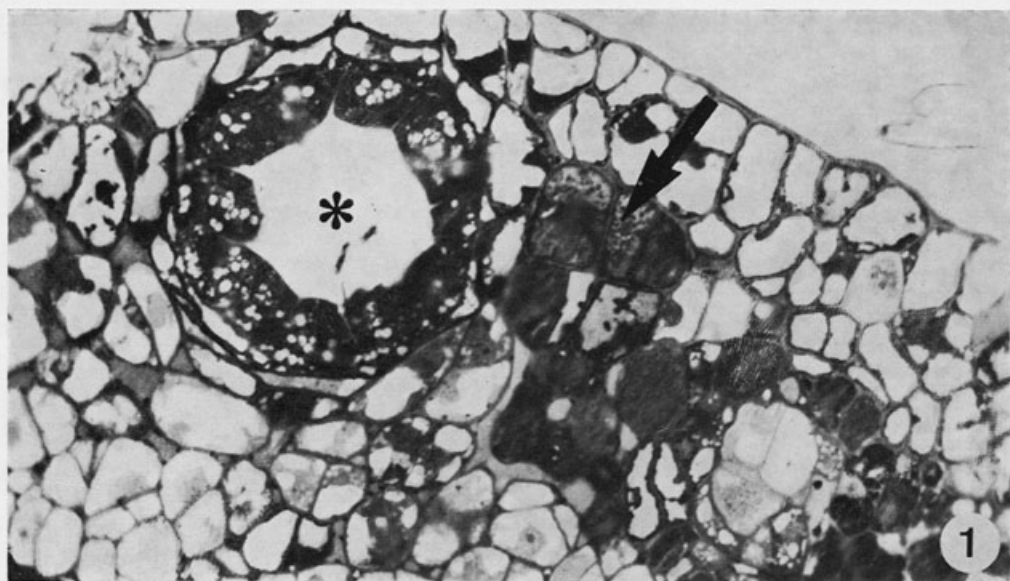
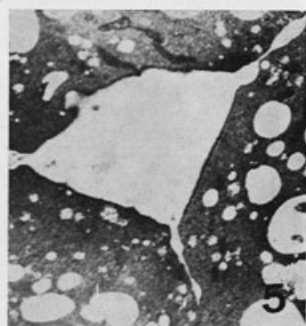
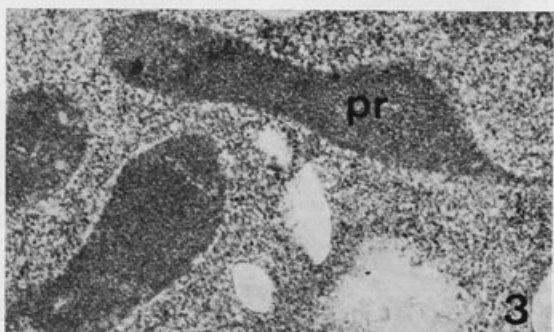
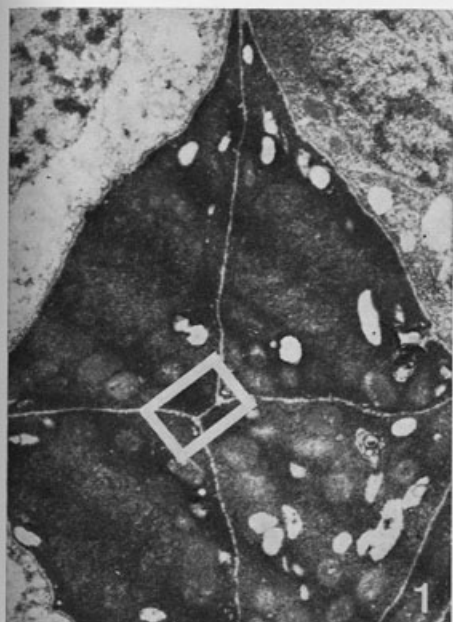


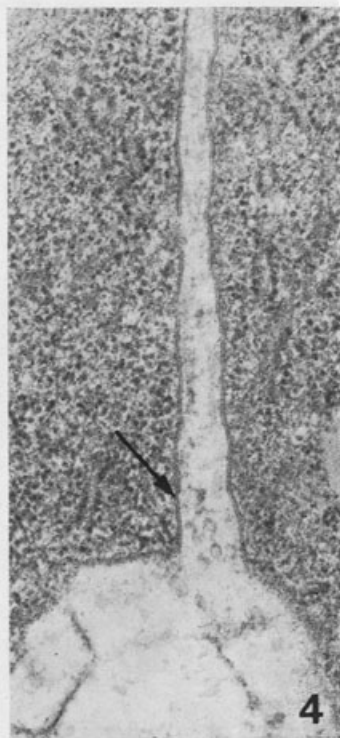
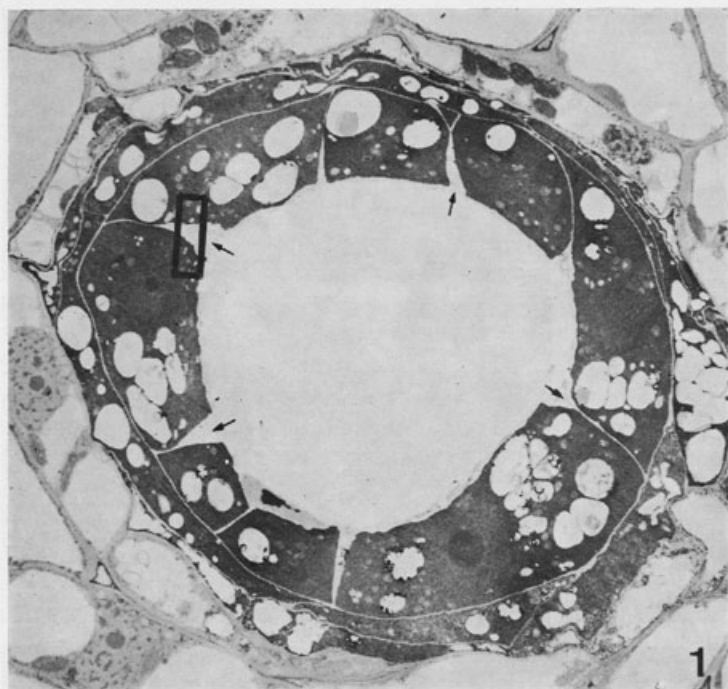
PLANCHE II

- Fig. 1. — Coupe transversale d'une feuille montrant des stades différents de la différenciation des poches sécrétrices. Remarquer un stade très jeune à quatre cellules (flèche) à côté d'une glande déjà douée d'une cavité bien développée (*). $\times 2800$.
- Fig. 2. — Idem. En bas, on voit une poche sécrétrice adulte dans laquelle se distinguent nettement les cellules enveloppantes (flèche simple) et l'assise sécrétrice (flèche double) qui borde la cavité.
- Fig. 3. — Idem. En dehors d'une poche localisée profondément (vue partielle), on doit remarquer deux stades jeunes sous-épidermiques, un desquels (flèche) montre déjà un méat précurseur de la cavité sécrétrice. $\times 2000$.

PLANCHE III

- Fig. 1. — Début de la différenciation de la structure sécrétrice. Remarquer la haute densité de ses cellules par rapport aux cellules parenchymateuses voisines. $\times 6500$.
- Fig. 2. — Détail de la fig. 1. Les ribosomes sont extrêmement abondants et les parois assez minces. On voit encore des portions de deux mitochondries (*m*) et des microtubules (flèches). $\times 48000$.
- Fig. 3. — Les proplastes (*pr*) des cellules sécrétrices montrent un stroma très dense, tandis que leurs membranes sont peu évidentes. $\times 30500$.
- Fig. 4. — Aspect général de l'ultrastructure de la glande avant l'ouverture de sa cavité. Remarquer la minceur des parois (flèche simple) et quelques épaisissements de celles-ci à la région centrale de la structure (flèche double). On voit encore du matériel dense dans les vacuoles (voir le texte). $\times 4500$.
- Fig. 5. — Début de la formation de la cavité schizogène. $\times 3100$.
- Fig. 6. — Aspect ultrastructural de la zone de séparation de deux cellules contigües pendant le développement de la cavité sécrétrice (voir le texte). $\times 36000$.





PYROLIRION AND ZEPHYRANTHES: DISTINCT GENERA*

W. S. FLOYD and K. G. FLAGG

Wash. State University, Pullman, Washington and Great Smoky Mountains National Park, Tennessee

PLANCHE IV

- Fig. 1. — Vue générale d'une poche sécrétrice dans un stade assez avancé de sa différenciation. En dehors des caractéristiques habituelles, il ressort le début de la dégradation qui a lieu dans les parois radiales des cellules de l'épithélium sécréteur (flèches) (voir le texte). $\times 6000$.
- Fig. 2. — Détail de la fig. 1 montrant le plasmalemme intact des cellules sécrétrices (flèches) et des débris provenant de la dégradation de la paroi. $\times 48000$.
- Fig. 3. — Début de l'ouverture du méat central d'une poche sécrétrice dans une feuille d'*Eucalyptus globulus* (comparer avec la fig. 4 de la Pl. III). Remarquer les altérations des parois au niveau de leurs épaississements (flèches). $\times 5000$.
- Fig. 4. — Détail de la fig. 3 montrant, à plus fort grossissement, les régions cytoplasmiques adjacentes à une paroi en voie de dégradation. Remarquer l'abondance de ribosomes et le plasmalemme intact (flèche). $\times 48000$.

...the distinction between the two was maintained in his ASCYLLINACEAE (1837). Several decades later BENTHAM & HOOKER (1833) submerged all species of *Pyrolirion* in *Zephyranthes*. The BENTHAM & HOOKER opinion has been followed by WALKER (1838), FAX (1854), FAX & HOOKER (1836), TRAVIS (1852 and 1857, but not 1863), HUBBARDSON (1834, 1836) and by most other students of the Zephyranthaceae. SPART (1827), SALLY (1837), URNER (1847) and TRAVIS (1863) have believed, however, that the genera should be accepted as defined by HENRIKE. SALLY'S views were based on perceived differences in spathe, perianth, stamens and stigma between

* This work was supported in part by NSF Grant GB-1072, as well as by grants from the Wash. State Research and Nat. Game Land.

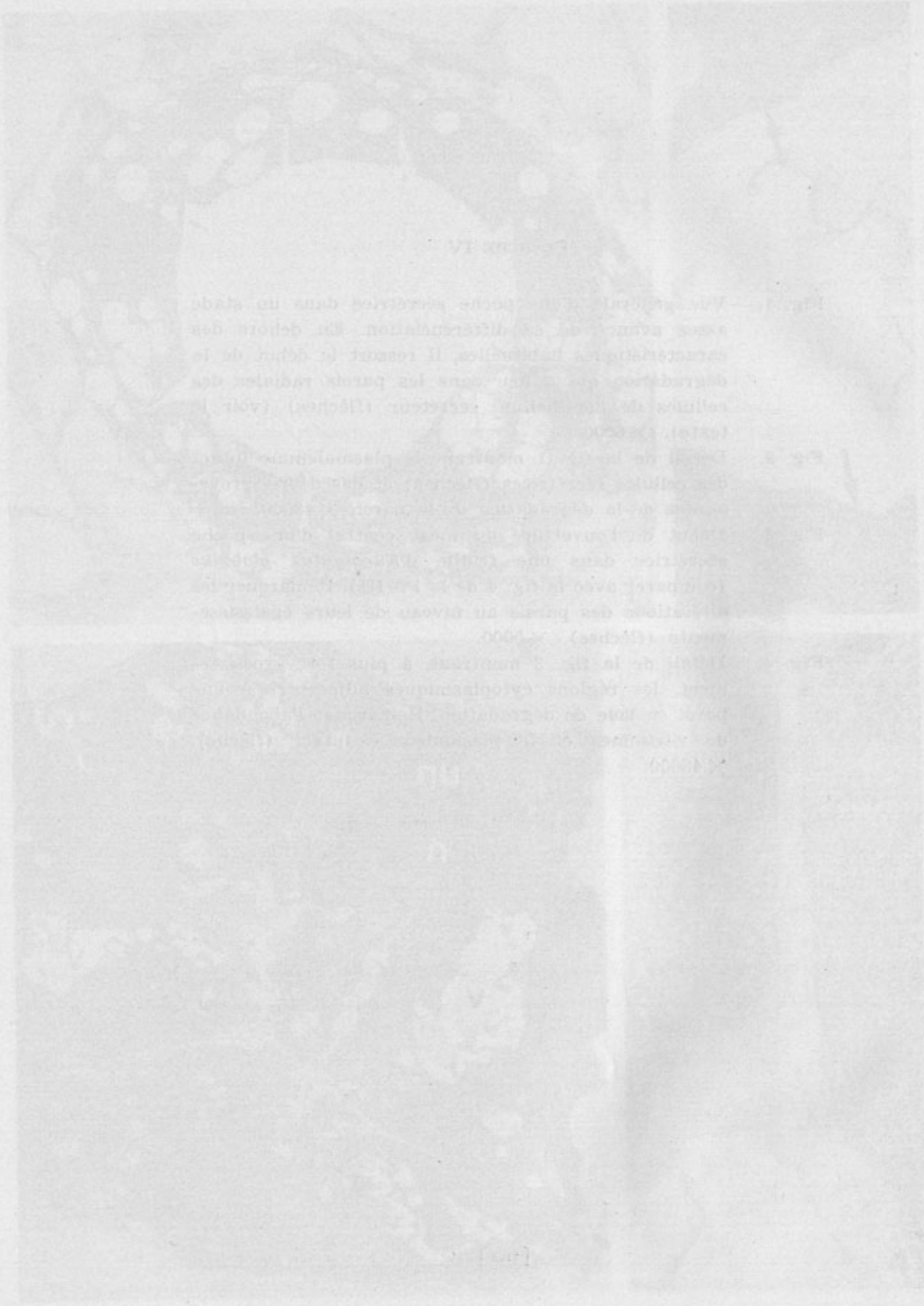


Figure IV

Figure IV — Vue intérieure d'un dôme voûté en plein cintre, montrant la disposition des nervures et des arcs. Le plan est divisé en sections radiales et concentriques. Les dimensions sont indiquées en mètres.

Figure V — Vue extérieure d'un dôme voûté en plein cintre, montrant la structure de la charpente et la couverture. Le plan est divisé en sections radiales et concentriques. Les dimensions sont indiquées en mètres.

Figure VI — Vue intérieure d'un dôme voûté en plein cintre, montrant la disposition des nervures et des arcs. Le plan est divisé en sections radiales et concentriques. Les dimensions sont indiquées en mètres.

Figure VII — Vue extérieure d'un dôme voûté en plein cintre, montrant la structure de la charpente et la couverture. Le plan est divisé en sections radiales et concentriques. Les dimensions sont indiquées en mètres.

Figure VIII — Vue intérieure d'un dôme voûté en plein cintre, montrant la disposition des nervures et des arcs. Le plan est divisé en sections radiales et concentriques. Les dimensions sont indiquées en mètres.

Figure IX — Vue extérieure d'un dôme voûté en plein cintre, montrant la structure de la charpente et la couverture. Le plan est divisé en sections radiales et concentriques. Les dimensions sont indiquées en mètres.

PYROLIRION AND ZEPHYRANTHES: DISTINCT GENERA *

W. S. FLORY and R. O. FLAGG

Wake Forest University and Carolina Biological Supply Company

SUMMARY

Pyrolirion differs from *Zephyranthes* morphologically with respect to leaf shape, spathe, perianth form, stigma and filament. In addition, the two taxa have marked differences in chromosome number and type, in the occurrence of numerous acrocentric chromosomes in *Pyrolirion* but not in *Zephyranthes*, and apparently (but perhaps not actually) in basic haploid number.

These differences strongly support the correctness of HERBERT's original conception of *Pyrolirion* as being distinct from *Zephyranthes*, and indicate that the two should not be treated as one genus.

HERBERT established the genera *Pyrolirion* and *Zephyranthes* in 1821, and the distinction between the two taxa was maintained in his AMARYLLIDACEAE (1837). Several decades later BENTHAM & HOOKER (1883) submerged all species of *Pyrolirion* in *Zephyranthes*. The BENTHAM & HOOKER opinion has been followed by BAKER (1888), PAX (1888), PAX & HOFMAN (1936), TRAUB (1952 and 1957, but not 1963), HUTCHINSON (1934; 1959), and by most other students of the Zephyrantheae. STAPH (1927), SEALY (1937), UPHOF (1947) and TRAUB (1963) have believed, however, that the genera should be accepted as defined by HERBERT. SEALY's views were based on perceived differences in spathe, perianth, stamen and stigma between

* This work was supported in part by NSF Grant GB-1767, as well as by grants from the Wake Forest Research and Publication Fund.

Pyrolirion and *Zephyranthes*. UPHOF made the cogent statement that «Herbert knew perfectly well the characteristics of the genera he described in 1821».

Since many workers still follow the BENTHAM & HOOKER (1883) treatment, including *Pyrolirion* with *Zephyranthes*, it has seemed desirable to compare the cytological situations in the two taxa. At the same time some review, as well as further study, of the respective morphological characteristics of the taxa could be made. The present work has resulted from these objectives.

EXTENT OF THE GENERA

Several *Zephyranthes* species have been described since SEALY (1937) listed 36 species for the genus. TRAUB (1963) gives 55 as the number of species in «*Zyphyranthes*, Subgenus 1. *Zephyranthes*». Since TRAUB includes *Cooperia*, with 8 species, as «Subgenus 2. *Cooperia*», of *Zephyranthes*, he places a total of 63 species in the genus. Further, there are at least several still undescribed species of *Zephyranthes* from Mexico, and probably more yet in South America. The various species of this genus are distributed through parts of the southern United States, Mexico, Central America, the West Indies, and South America. They are concentrated in the countries, and states, surrounding the Gulf of Mexico and the Carribbean Sea, but with a number of species occurring rather far south in South America.

When HERBERT (1821) proposed the genus *Pyrolirion*, he admitted and described three species—*P. flammeum*, *P. aureum* (synonymous with the now cultivated *P. tubiflorum* M. Roem.) and *P. flavum*. Later HERBERT (1837) listed *P. albicans* as a doubtful species. In 1888 BAKER described *Zephyranthes boliviense* and *Z. xiphopetalum*, which SEALY (1937) moved to *Pyrolirion*, and are now designated as *P. boliviense* (Baker) Sealy, and *P. xiphopetalum* (Baker) Sealy. TRAUB (1963) «tentatively» recognized 10 *Pyrolirion* species. So far as is known all *Pyrolirion* taxa are native to South America, with a concentration in Peru and Bolivia.

MATERIALS AND METHODS

Since we had collected and studied *Zephyranthes*, cytologically and otherwise, for a long period of years, living material of a number of its species — especially from the southern United States, West Indies, and Mexico — were available in our cultures. Bulbs of *Pyrolirion aureum*, *P. flammeum* and *P. xiphopetalum* were furnished us through the courtesy of several coworkers (Table 2). All three of these species are natives of Peru. Still another accession from Peru which came to us labelled as *Cooperia albicans* appeared much more like a *Pyrolirion* than a *Cooperia*. Further study showed that it conformed with the *P. albicans* described by HERBERT (1837), and possessed the same distinctive characters as the three taxa listed above as *Pyrolirion* species. Accordingly, this fourth taxon has been included in our analysis of *Pyrolirion* species.

Plants of all these were grown in the greenhouse for several years. During this period the chromosome numbers and types of the four taxa considered as *Pyrolirion* species were determined and compared with available data from *Zephyranthes*. Careful comparisons were also made of several different morphological characters.

Chromosome preparations were made from rapidly growing root tips which were removed from the plant and pretreated in .2% colchicine for 2 to 3 hours. Fixation followed in a freshly made mixture of 95% ethanol and glacial acetic acid (3:1). Several hours later cytological squashes were prepared in 1% Gurr's acetic orcein.

CHROMOSOME NUMBER AND TYPE

A number of chromosome studies of *Zephyranthes* have been reported (summaries: FLAGG, 1961; FLORY, 1968, 1977). With the methods used, the chromosomes of this genus usually range from shorter ones 3 or 4 microns in length, by rather regular steps to long ones 10 to 12 microns — or sometimes more — in length. Usually, the longest and shortest pairs of *Zephyranthes* chromosomes have approximately

median centromeres, while those of intermediate length have either submedian or subterminal centromeres. No telocentric or acrocentric chromosomes have been observed in this genus. Somatic chromosome numbers range in number from 18 to 120, so far as presently known. As might be expected, species with low numbers usually have longer chromosomes, and those with high numbers have a greater proportion of short chromosomes. Most chromosome numbers fall in a euploid series, with a base number of six. Several *Zephyranthes* species and hybrids with aneuploid numbers are known, with these numbers being satisfactorily explainable as tracing from taxa in which $x = 6$.

In the four species of *Pyrolirion* studied here the numbers and types of chromosomes encountered differ rather markedly from those known to occur in *Zephyranthes*. The

TABLE 1

Somatic chromosome numbers in *Pyrolirion*, with the source of each accession studied

Species	2n	Accession Number	Source
<i>Pyrolirion xiphopetalum</i>	26	15501-62	«La Paz, Bolivia», I. S. Nelson.
<i>Pyrolirion flammeum</i>	34	14835-60	From cultivation, via A. Korsakoff.
<i>Pyrolirion flammeum</i>	34	14882-60*	«Original bulbs from C. Vargas», K. Clint.
<i>Pyrolirion aureum</i>	51	14881-60*	«Originally from Lima, Peru. J. Smith No. 1103», K. Clint.
<i>Pyrolirion aureum</i>	51	14942-60	PERU: Dto. Lima: Mala 75 km s of Lima, Sept. 1960, P. Ravenna s. n.
<i>Pyrolirion albicans</i>	54	14883-60	«Bulbs from Vargas, through F. B. Jones», K. Clint.

* Voucher specimen deposited at the National Herbarium (US).

numbers of chromosomes found in the several accessions of the four *Pyrolirion* species studied are listed in Table 1, along with information on the sources of each accession. It is noted there that the somatic chromosome numbers for the several *Pyrolirion* species vary from 26 in *P. xiphopetalum* (Fig. 1) through 34 in *P. flammeum* (Fig. 2), and 51 in *P. aureum* (Fig. 3), to 54 in *P. albicans* (Fig. 4). [Figures 1 to 4 were used earlier in a paper dealing with family chromosome evolution (FLORY, 1977), but in an entirely different context than is emphasized here].

While chromosomes with median, or near-median, centromeres are prevalent in the complements of *Zyphyranthes* species, comparatively few of this type are found in *Pyrolirion*. Instead, chromosomes with subterminal centromeres are much more common in the latter genus (Figs. 1-4). The chief difference found between chromosomes in the complements of *Pyrolirion* and *Zephyranthes*, however, is in the presence, and comparative frequency, of acrocentric chromosomes in *Pyrolirion*. Acrocentrics, within our knowledge, do not occur in *Zephyranthes*. In Table 2, the total number of chromosomes in each *Pyrolirion* species studied (as shown in the right-hand column), are divided into the numbers of metacentric and acrocentric ones which occur in each. While there are only two acrocentric, out of 26, chromosomes in *P. xiphopetalum*, approximately half (8/17's, 9/17's and 4/9's, respectively) of the total number of chromosomes in each of the other three species are acrocentrics.

Speculation on the Basic Chromosome Number of *Pyrolirion*

We don't as yet know the true base chromosome number in *Pyrolirion*. The 34 chromosomes in *P. flammeum* and the 51 in *P. aureum* suggest the number 17, as being either a primary or secondary basic number, with one of the species being a diploid, the other a triploid. Also, the 26 chromosomes in *P. xiphopetalum* approximate half the 51 and 54 chromosomes encountered in *P. aureum* and *P. albicans*, respectively. In this there might be some basis for suspecting



13 as a base number, with some aneuploidy occurring in the «tetraploid» forms. A comparison of the numbers of metacentric and acrocentric chromosomes involved, however,

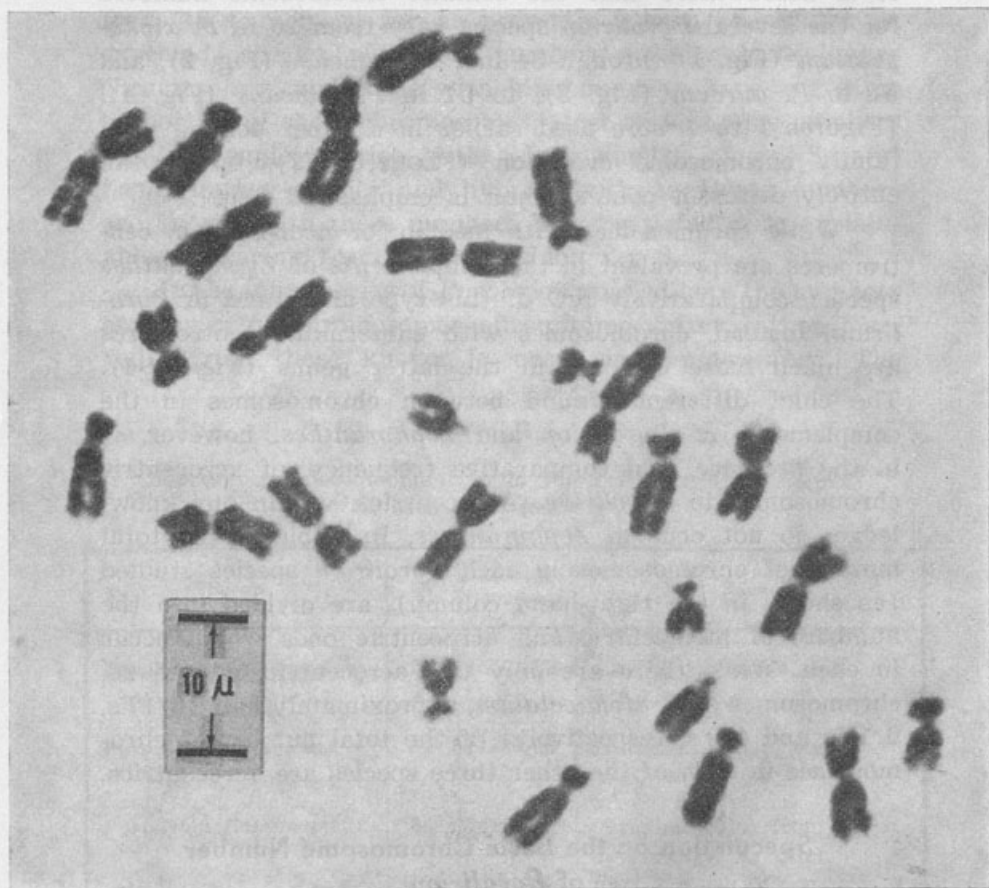


Fig. 1. — *Pyrolirion xiphopetalum* (Baker) Sealy.

$2n = 26$; 2 acrocentrics.

does not seem encouraging for considering either 13 or 17 to possibly be a true base number here.

It is of interest that the number of metacentric chromosomes (see Table 2) found in each *Pyrolirion* species and accession is evenly divisible by six. All of the non-

metacentrics appear to be true chromosomes, rather than fragments or accessories. None of the acrocentrics appear to be true telocentrics. It doesn't appear that any useful conclusion would be aided by assuming that all the apparent

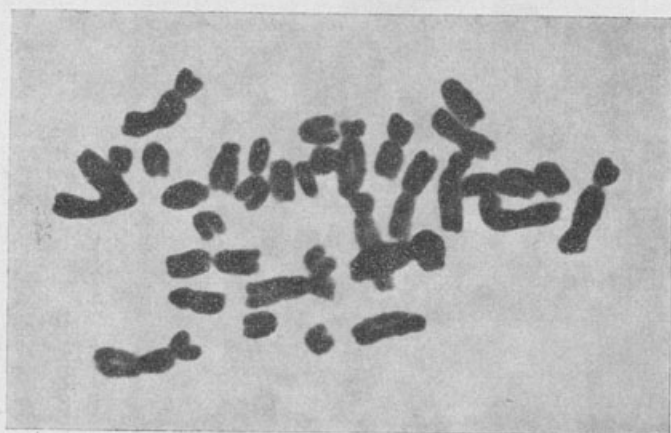


Fig. 2. — *Pyrolirion flammeum* Herbert.
 $2n = 34$; 16 acrocentrics.

acrocentrics are actually telocentrics, each two of which might have resulted from the centric fission of single metacentrics (as with Robinson's Law). Such a situation would mean that, even with a possible potential of each species sometimes having all metacentric chromosomes— with the available chromatin material, the four *Pyrolirion* species would then be expected to have somatic numbers

TABLE 2

Number and types of somatic chromosomes in *Pyrolirion*

Species	Number		
	Metacentric	Acrocentric	$2n$
<i>P. xiphopetalum</i> (Baker) Sealy	24	2	26
<i>P. flammeum</i> Herbert	18	16	34
<i>P. aureum</i> Herbert	24	27	51
<i>P. albicans</i> Herbert	30	24	54



Fig. 3.—*Pyrolirion aureum* Herbert.
 $2n = 51$; 27 acrocentrics.

Number		Species	
Metacentric	Acrocentric	Metacentric	Acrocentric
1	2	1	2
2	3	2	3
3	4	3	4
4	5	4	5
5	6	5	6
6	7	6	7
7	8	7	8
8	9	8	9
9	10	9	10
10	11	10	11
11	12	11	12
12	13	12	13
13	14	13	14
14	15	14	15
15	16	15	16
16	17	16	17
17	18	17	18
18	19	18	19
19	20	19	20
20	21	20	21
21	22	21	22
22	23	22	23
23	24	23	24
24	25	24	25
25	26	25	26
26	27	26	27
27	28	27	28
28	29	28	29
29	30	29	30
30	31	30	31
31	32	31	32
32	33	32	33
33	34	33	34
34	35	34	35
35	36	35	36
36	37	36	37
37	38	37	38
38	39	38	39
39	40	39	40
40	41	40	41
41	42	41	42
42	43	42	43
43	44	43	44
44	45	44	45
45	46	45	46
46	47	46	47
47	48	47	48
48	49	48	49
49	50	49	50
50	51	50	51
51	52	51	52
52	53	52	53
53	54	53	54
54	55	54	55
55	56	55	56
56	57	56	57
57	58	57	58
58	59	58	59
59	60	59	60
60	61	60	61
61	62	61	62
62	63	62	63
63	64	63	64
64	65	64	65
65	66	65	66
66	67	66	67
67	68	67	68
68	69	68	69
69	70	69	70
70	71	70	71
71	72	71	72
72	73	72	73
73	74	73	74
74	75	74	75
75	76	75	76
76	77	76	77
77	78	77	78
78	79	78	79
79	80	79	80
80	81	80	81
81	82	81	82
82	83	82	83
83	84	83	84
84	85	84	85
85	86	85	86
86	87	86	87
87	88	87	88
88	89	88	89
89	90	89	90
90	91	90	91
91	92	91	92
92	93	92	93
93	94	93	94
94	95	94	95
95	96	95	96
96	97	96	97
97	98	97	98
98	99	98	99
99	100	99	100

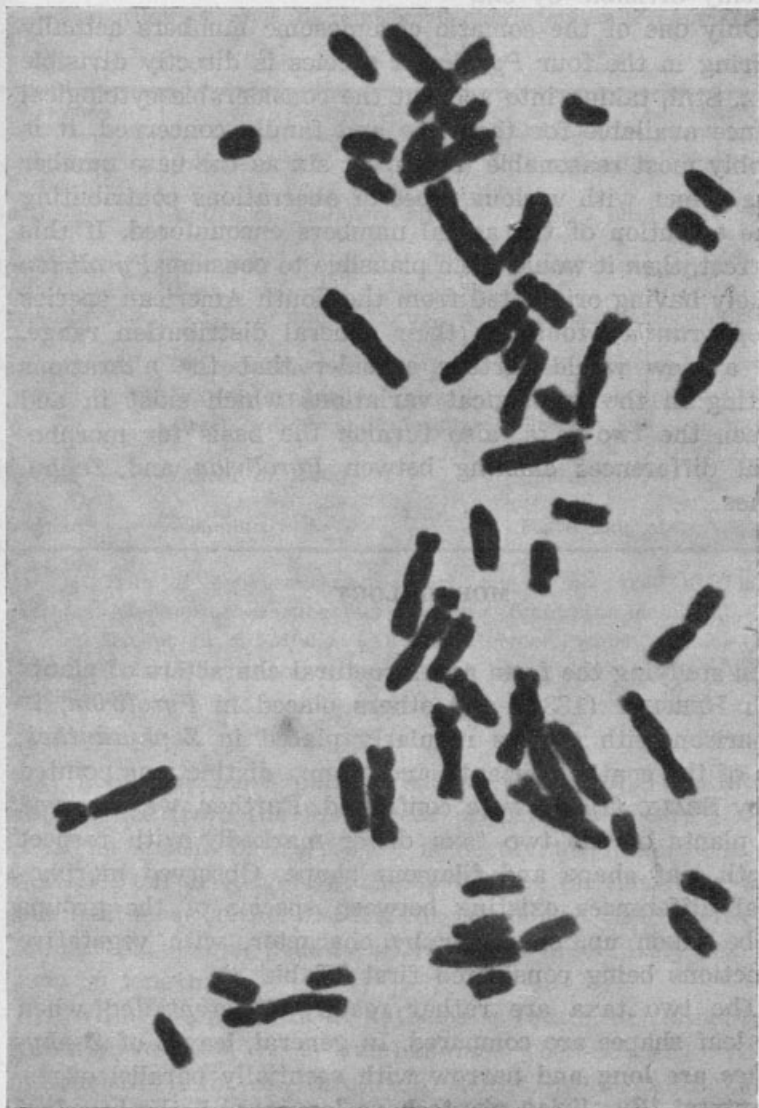


Fig. 4.—*Pyrolirion albicans* Herbert.
 $2n = 54$; 24 acrocentrics.

of 25, 26, 37.5 and 42, respectively. Just one of these numbers is evenly divisible by six.

Only one of the somatic chromosome numbers actually occurring in the four *Pyrolirion* species is directly divisible by six. Still, taking into account the considerable cytological evidence available for the tribe and family concerned, it is probably most reasonable to suspect six as the base number of the genus, with various types of aberrations contributing to the evolution of the actual numbers encountered. If this is correct, then it would seem plausible to consider *Pyrolirion* as likely having originated from the South American species of *Zephyranthes* found in their general distribution range. Such a view would further consider that the alterations resulting in the cytological variations which exist in and between the two taxa, also furnish the basis for morphological differences existing between *Pyrolirion* and *Zephyranthes*.

MORPHOLOGY

In studying the form and structural characters of plants which HERBERT (1837) and others placed in *Pyrolirion*, in comparison with species regularly placed in *Zephyranthes*, some of the spathe, perianth and stigma distinctions pointed out by SEALY (1937) were confirmed. Further, we observed that plants of the two taxa differ markedly with respect to both leaf shape and filament shape. Observed morphological differences existing between species of the groups will be taken up, character by character, with vegetative distinctions being considered first (Table 3).

The two taxa are rather readily differentiated when their leaf shapes are compared. In general, leaves of *Zephyranthes* are long and narrow with essentially parallel edges. In contrast, *Pyrolirion* plants have leaves with the broadest part being about midlength, and tapering from this point toward both the tip and the base. Or put in different words, *Pyrolirion* plants have leaves which are, as HERBERT (1837) well stated, «attenuated at both ends». Since the *Pyrolirion*

TABLE 3

Comparison of some morphological characters in *Zephyranthes* and *Pyrolirion*

Characters	<i>Zephyranthes</i>	<i>Pyrolirion</i>
Leaf edges	Parallel	Not parallel
Spathe	Entire or shallowly bifid	Deeply bifid
Spathe tube	Rarely 2 cm	2 cm, or longer
Perianth	Rotate or funnel-form	Campanulate-cylindric limb
Perianth tube	Short to medium length ¹ Widens gradually Erect, sub-erect or declinate	Comparatively long Flares abruptly Erect
Stigmas	Linear or lobed ²	Spatulate
Filaments	Acicular	Flattened; alate

¹ True of *Zephyranthes* Herbert, but is not true if *Cooperia* Herbert (*Zephyranthes* subgenus *Cooperia* Traub) is included.

² Except in *Z. bifolia* (Aublet) Roemer, which Hume (Plant Life 6: 123. 1939) states actually «does not fit into any genus now established».

leaf does not have parallel edges, it is quite distinct in appearance from the linear leaf of *Zephyranthes*.

The spathe of *Pyrolirion* is deeply bifid, above a tube that is 2 cm or longer. In *Zephyranthes*, on the other hand, the spathe is either entire, or shallowly bifid, with the tubular part being usually shorter, and only rarely reaching 2 cm in length.

While the perianth at anthesis is rotate, or funnel-form, in *Zephyranthes*, it is campanulate (bell-shaped) with a cylindrical limb in *Pyrolirion*, with lower parts closely adhering and the upper portions spreading and recurved.

The perianth tube of *Zephyranthes* Herbert (but not of *Z.* subgenus *Cooperia* Traub) is short to medium in length; in *Pyrolirion* it is comparatively long. In the latter the tube flares abruptly; in *Zephyranthes* it widens gradually from

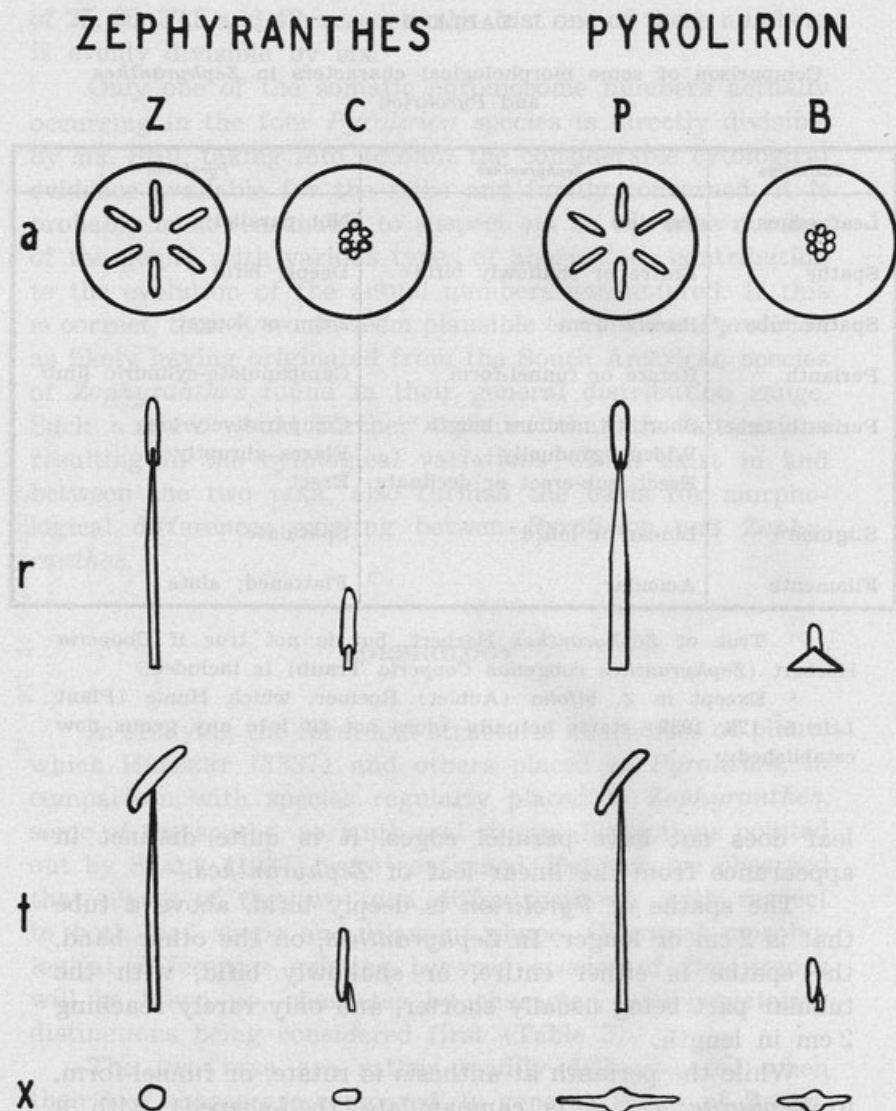


Fig. 5.—Diagrammatic sketches comparing stamens of *Zephyranthes* [including Traub's 1952 subgenera *Zephyranthes* (Z), and *Cooperia* (C)], with those of *Pyrolirion* [including Traub's 1952 sections *Eupyrilrion* (P) and *Brachylirion* (B)]. Letters to the right designate lines comparing: a—views from above anthers showing their relation to perianth; r—radial views of stamens t—«righthand» tangential views of stamens; and x—cross-sections of filaments.

the base, distally. The perianth tubes of the four Pyrolirions we have studied are quite erect. This same fact is also true of a number of the *Zephyranthes*, while other species of the latter have tubes which are suberect (as *Z. macrosiphon*), or declinate (examples: *Z. albiella*; *Z. insularum*).

The stigmas of *Zephyranthes* and of *Pyrolirion* are quite different. Both are trifold. Most *Zephyranthes*, however, have linear or lobed stigmas. The *Pyrolirion* species observed have wider, flatter, spatulate stigmas. Filaments also differ in the two taxa: in *Zephyranthes* they are acicular; in *Pyrolirion* they are flattened and winged, or alate (Fig. 5-x).

On the basis of morphological characters alone there is ample evidence to support HERBERT's original separation of the two entities being considered.

LITERATURE CITED

- BAKER, J. G.
1888 Handbook of the Amaryllideae. George Bell and Sons. London. 216 pp.
- BENTHAM, G. & HOOKER, J. D.
1883 Genera Plantarum. Vol. 3. 1258 pp. L. Reeve & Co. London.
- FLAGG, R. O.
1961 Investigations in the tribe Zephyrantheae of the Amaryllidaceae. Ph. D. Thesis. Alderman Library, U. Virginia. 193 pp., 4 Appendices.
- FLORY, W. S.
1968 Chromosome diversity in species, and in hybrids, of Tribe Zephyrantheae. *Nucleus*, Supp. vol. Seminar on Chromosome 11: 79-95.
1977 Overview of chromosome evolution in the Amaryllidaceae. Seminar: Chromosomes in Evolution. *Nucleus* 20: 70-88.
- HERBERT, WILLIAM
1821 Appendix (Bot. Reg.) James Ridgeway. London. 50 pp.
1837 Amaryllidaceae. J. Ridgeway & Sons. London. 428 pp.
- HUTCHINSON, J.
1934 Families of Flowering Plants. Vol. II. Monocotyledons. First Edition. Macmillan & Co., Ltd. London. 243 pp. Also second edition, 1959. Clarendon Press. Oxford. 280 pp.
- PAX, F.
1888 Amaryllidaceae. Velloziaceae. Taccaceae. In Engler und Prantl Die natürlichen Pflanzenfamilien. II. Teil 5: 97-124; 125-127; 127-130. Verlag von Wilhelm Engelmann. Leipzig.

- PAX, F. & HOFFMAN, K.
 1930 In Engler and Prantl, *Natürlichen Pflanzenfamilien*. Edition 2, 15A: 391-430.
- SEALY, J. R.
 1937 *Zephyranthes*, *Pyrolirion*, *Habranthus* and *Hippeastrum*. *J. Roy. Hort. Soc.* 62 (5): 195-209.
- STAPP, O.
 1927 *Curtis' Botanical Magazine*. pl. 9126.
- TRAUB, H. P.
 1952 Amaryllid notes. *Plant Life* 8: 82-84.
 1957 Classification of Amaryllidaceae. *Plant Life* 13: 76-83.
 1963 The Genera of Amaryllidaceae. *Amer. Pl. Life Soc.* La Jolla, Calif. 85 pp.
- UPHOF, J. C. T.
 1947 The genus *Pyrolirion*. *Herbertia* 14: 81-84.

NUCLEAR CHANGES ASSOCIATED WITH CALLUS INDUCTION IN *LOBULARIA MARITIMA*

by

MARIA AMÉLIA MARTINS-LOUÇÃO

and F. M. CATARINO

Department of Botany, Faculty of Sciences, University of Lisbon
Lisbon — Portugal

INTRODUCTION

CELLS in mature differentiated leaves of *Lobularia maritima* contain endopolyploid nuclei in the parenchyma cells surrounding the vascular bundles (CATARINO, 1965; 1968). When segments are excised aseptically from full developed leaves and grown on a sterile culture medium, their cells are induced to proliferate and form an undifferentiated tissue mass, the callus. This formation is mostly dependent on a correct balance of auxin-cytokinin in the medium as has been put in evidence by many authors (TORREY, 1961; LIBBENGA & TORREY, 1973; D'AMATO, 1975). On the other hand the hormonal balance can also stimulate endopolyploidization or amplification of DNA (NAGL, 1974a and b; 1976).

In present plant material, during the course of callus induction, DNA synthesis is stimulated mainly in the cells surrounding the vascular bundles leading to an increase in endopolyploidy. This is followed by cell multiplication in the vascular region. The development of callus proceeds rapidly with formation of undifferentiated nodules which grow through the leaf parenchymas, finally disrupting the epidermis.

Possible relations between endopolyploidy in cells surrounding leaf vascular bundles and callus induction and development has not yet been investigated in this material.

It is known that in species showing endopolyploidy in their differentiated tissues three possibilities can take place under tissue culture conditions: first, endopolyploid cells can increase the endopolyploid levels, under *in vitro* conditions (DAS *et al.*, 1956); second, the endopolyploid nuclei may undergo mitosis and normal cytokinesis (PATAU & DAS, 1961); finally, endopolyploid nuclei may undergo divisions «via» amitosis (nuclear fragmentation) which can be followed by normal mitosis in both intact and fragmented nuclei (D'AMATO, 1977; 1978).

Here we describe observations on nuclear changes during callus induction and development in *Lobularia maritima* leaf tissue. The present study was undertaken in an attempt to find out some possible role for endopolyploidy that increases in cells close to developing nodules of callus tissue.

MATERIAL AND METHODS

Mature leaves from *Lobularia maritima* L. Desv. were sterilized by immersion for 1 min. in a 0,1% solution of mercuric chloride and then rinsed in sterile water. Distal half segments of leaf tissue were aseptically cut and cultured on a MURASHIGE and SKOOG agar medium (MURASHIGE and SKOOG, 1962) supplemented with 1 ppm 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D); 0,1 ppm kinetin and 3000 ppm casein hydrolysate at 27° C under dark conditions.

For microdensitometric measurements the leaf tissues were removed at intervals of 24 h up to 290 h of culture, fixed in Burke's fixative during 24 h and infiltrated in paraffin after dehydration in butyl alcohol series. The staining was made simultaneously in all slides according to Feulgen technique (WARDEN, 1974) and nuclear DNA content, in 50 interphase nuclei per each area taken at random, was measured with a Vickers M 85 cytodensitometer with the scanning spot set at 560 nm. The results were recorded as the mean of two readings. The 2C and 4C levels of DNA were established by measuring mitotic divisions inside the vascular area.

After 12, 24, 36, 48 and 60 hours of culture the explants were labelled with ^3H -Thymidine (spec. act. 28 Ci/mM; concentration 20 $\mu\text{Ci/ml}$; incubation time 12 h). Leaf segments were fixed in 3% glutaraldehyde during 24 h at 0°C, infiltrated in paraffin after dehydration according to FEDER and O'BRIEN technique (1968), sectioned serially at 6 μm and stained with Feulgen. Exposure time after covering the slides with Kodak AR 10 stripping film was from 5 to 8 days. The frequency of labelled nuclei was estimated by scoring 50 tissue sections from 2 slides at each fixation time.

RESULTS

Callus Growth and Differentiation

The first indication of callus initiation, represented by leaf thickening, usually appears in the main rib in the region of the section. Then callus development progresses to secondary rib regions of the leaf. Leaf enlargement and thickening becomes more evident. In more advanced stages, disruption of leaf parenchymas and epidermis is observed. In later phases undifferentiated mass of cells forming the callus is obtained whereas original leaf tissues are almost necrotic.

In mature leaves main veins exhibit a sheath of large parenchymatous cells packed against vascular bundles (like-bundle sheath cells). Vascular bundles are accompanied by collenchyma; between phloem and xylem cambial cells are present (Fig. 1).

Cytological analysis of explants showed that, at about 3 days in culture, cambial cells of the main rib exhibit extended proliferation (Fig. 2).

Accompanying the cambial proliferation there is a marked increase in cell and nuclei volume of the cells surrounding the veins (Fig. 2 and 3). These cells remain in close contact with the first nodules of callus. Through growth of these nodules undifferentiated masses of callus are formed, causing disruption of the bundle sheath (Fig. 4).

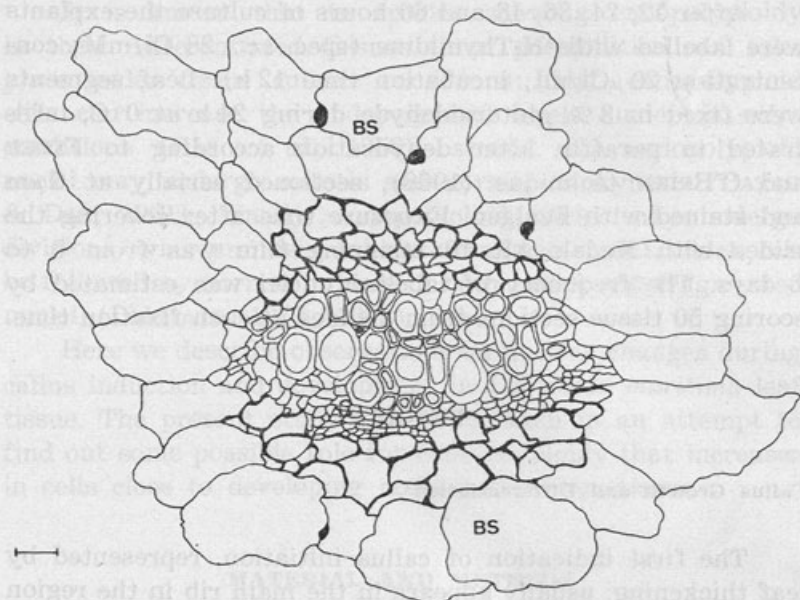


Fig. 1.—Control leaf at day zero. Cross section of the central vascular bundle showing the like-bundle sheath (BS) and the cambium cells (C). Bar 10 μ m.

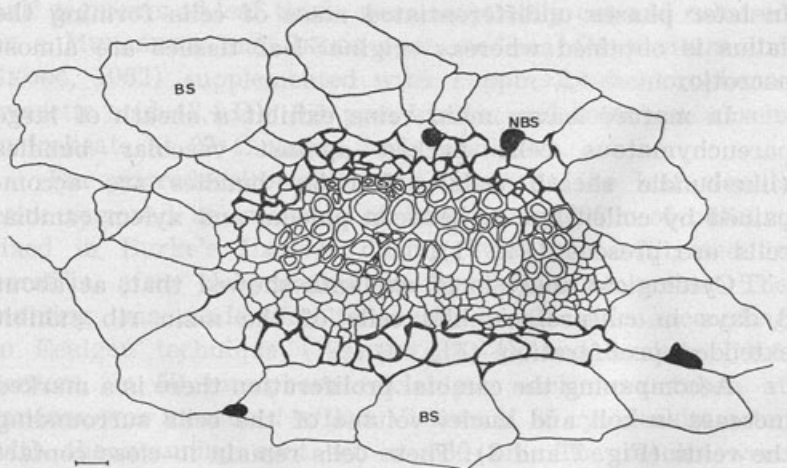


Fig. 2.—Leaf with 3 days in culture showing the proliferation of vascular cells. Note the like-bundle sheath with enlarged cells (BS) and nuclei (NBS). Bar 10 μ m.

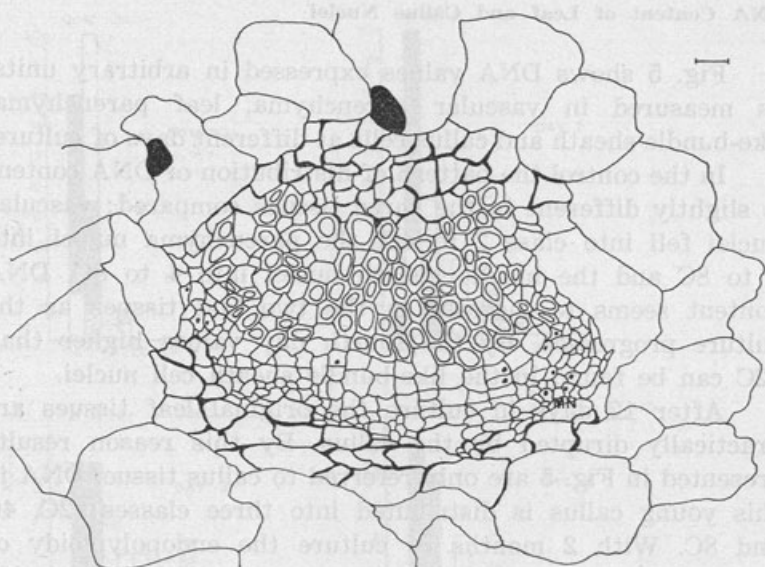


Fig. 3.—Leaf with 5 days in culture showing general proliferation of vascular cells with meristematic nodules (MN). Note the intact bundle sheath surrounding the vascular bundle with enlarged nuclei.

Bar 10 μ m.

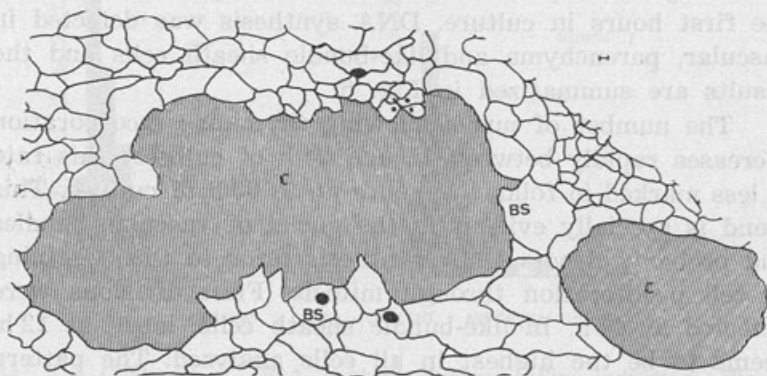


Fig. 4.—Leaf with 7 days in culture. Note the great proliferation in the two vascular bundles forming already a callus (C). Some intact like-bundle sheath cells still exhibit enlarged nuclei (BS).

Bar 10 μ m.