

B180/1-2
ISSN 0081-0657



11. JUL 1995

BOLETIM

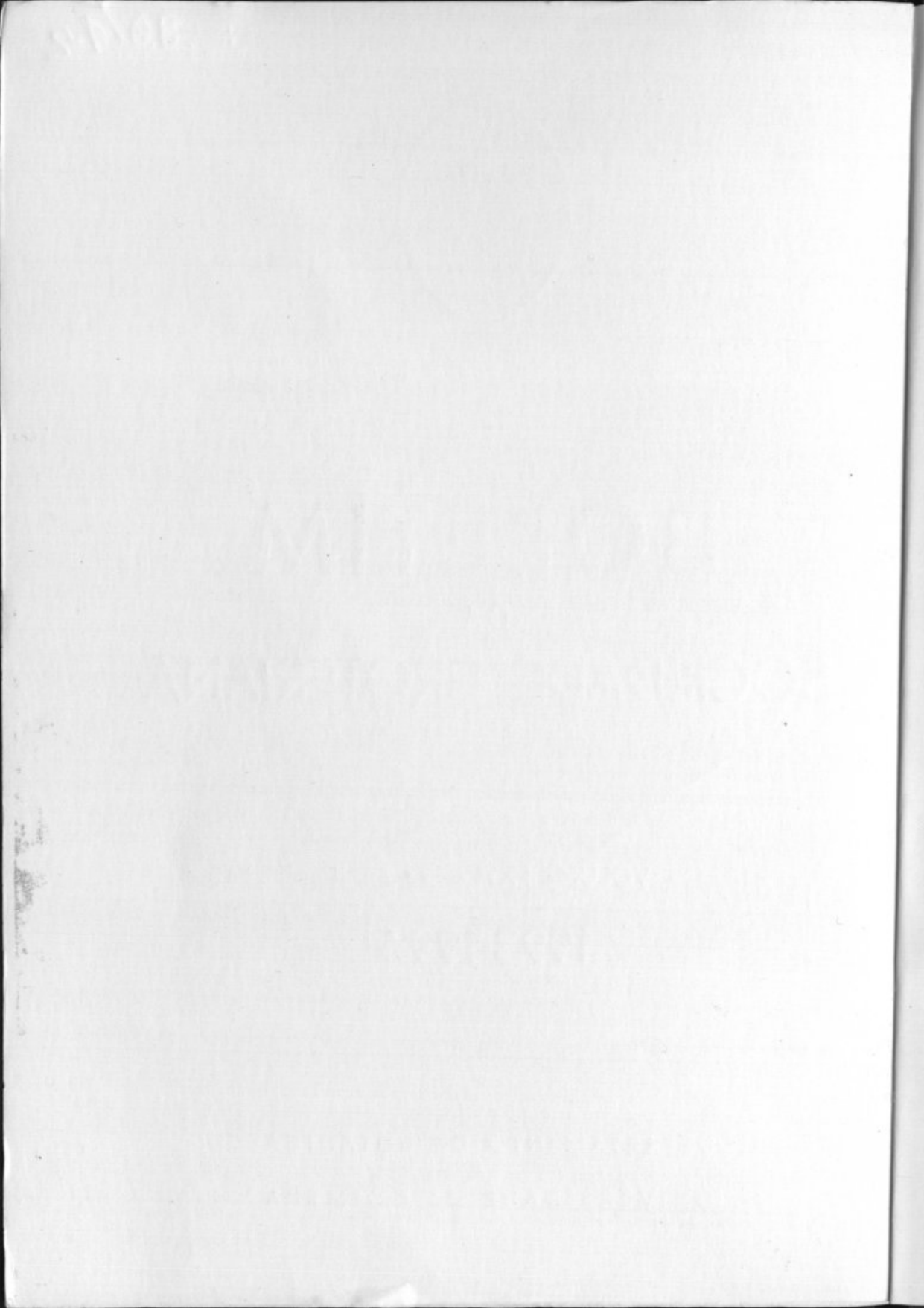
DA

SOCIEDADE BROTERIANA

VOLUME LXVI — 2.^a SÉRIE

1993-1994

DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA
DA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA



BOLETIM DA
SOCIEDADE BROTERIANA
VOL. LXVI (2.ª SÉRIE)
1993-1994



BOLETIM DA
SOCIEDADE BROTERIANA
VOL. LXVI (2ª SÉRIE)
1993-1994



DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

BOLETIM
DA
SOCIEDADE BROTERIANA

(FUNDADO EM 1880 PELO PROF. DR. JÚLIO HENRIQUES)

VOL. LXVI (2.ª SÉRIE)

REDACTORES

PROF. DR. JOSÉ F. MESQUITA

DR.ª MARIA TERESA LEITÃO



COIMBRA

1993-1994

BOLETIM SOCIEDADE PROTETORA

DATAS DE PUBLICAÇÃO

Págs.	1-218	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1993
Págs.	219-360	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1994

Subsidiado pela Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica

Composição e impressão das Oficinas da
Tipografia Alcobacense, Lda. — Alcobaca

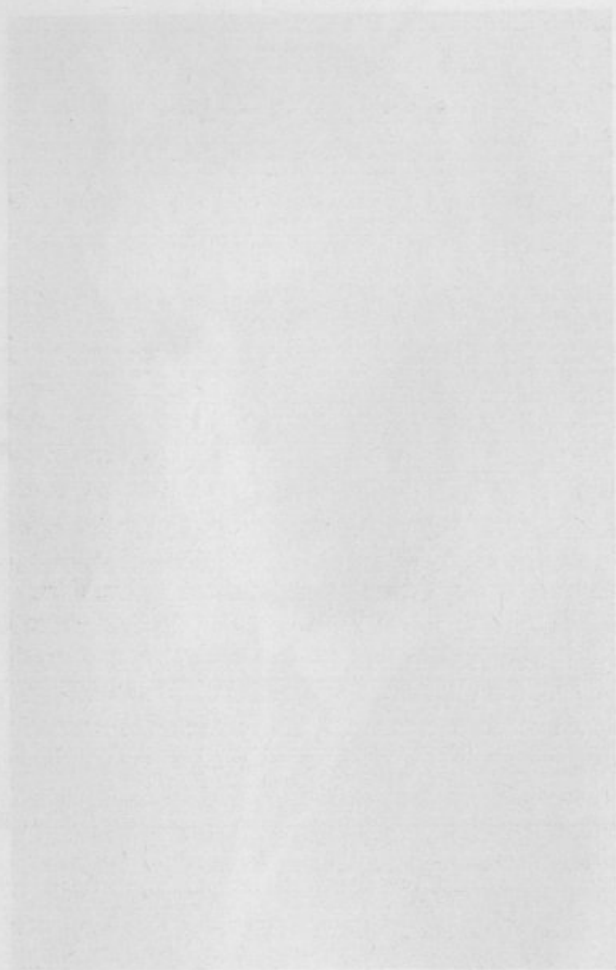


PROF. DR. ABÍLIO FERNANDES

1906-1994

Para além das suas actividades científicas portuguesas e estrangeiras, Prof. Dr. Abílio Fernandes (1906-1994) fundou em 1942 a Sociedade Brasileira de Botânica, tendo sido eleito membro efectivo da Academia de Ciências de Lisboa.

Em momentos oportunos durante a sua vida foram-lhe prestadas merecidas homenagens nas quais a sua inigualável obra científica foi justamente enaltecida.



PROF. DR. ABILIO FERREIRA

1904-1994

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Instituto de Física

LEAF EPIDERMAL
MORPHOLOGY IN *BRIDELIA* (EUPHORBIACEAE)
AND ITS TAXONOMIC SIGNIFICANCE

NOTÍCIA

L. HELE OLIVEIRA and D. SANGROU

Department of Botany, University of Lagos

Acacia, Lagos, Nigeria

Com 88 anos de idade faleceu em 7 de Outubro de 1994 o Professor Doutor ABÍLIO FERNANDES, antigo director do Museu, Laboratório e Jardim Botânico e Professor da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Mercê de uma vida dedicada ao ensino e investigação o eminente cientista foi galardoado, em 1992, com a Grã-Cruz da Ordem de Instrução Pública. ABÍLIO FERNANDES nasceu na Guarda e aí frequentou, de 1916 a 1923, o Liceu Central Afonso de Albuquerque. Na Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra concluiu com distinção, em 1927, a licenciatura em Ciências Histórico-Naturais. Foi então aluno e mais tarde assistente de prestigiados mestres, tais como LUÍS WITTNICH CARRISSO e AURÉLIO QUINTANILHA, que marcaram a sua carreira académica. Doutorou-se em 1931 e era professor catedrático da Faculdade de Ciências desde 1942.

Mais de três centenas de trabalhos publicados em revistas nacionais e estrangeiras dão conta da sua obra científica. Enquanto director do Museu, Laboratório e Jardim Botânico (1942-1974) impulsionou as remodelações efectuadas no Instituto e Jardim Botânico, nas décadas de 40 e 50, contribuindo assim, decisivamente, para o prestígio que estas instituições vieram a conseguir no País e no estrangeiro.

Para além de membro de várias sociedades científicas portuguesas e estrangeiras e presidente da Sociedade Broteriana (1942-1980), fundada por JÚLIO HENRIQUES, ABÍLIO FERNANDES era membro efectivo da Academia de Ciências de Lisboa.

Em momentos oportunos durante a sua vida foram-lhe prestadas merecidas homenagens nas quais a sua invulgar obra científica foi justamente enaltecida.

Indigenous and non-indigenous species of *Bridelia* are indigenous to

Neste contexto, a Sociedade Broteriana, a cujos destinos presidiu durante cerca de 40 anos, dedicou-lhe um extenso volume do seu *Boletim* (vol. LIII, 1979-80), no qual colaboraram numerosos botânicos portugueses e estrangeiros que assim quiseram homenagear o Homem de Ciência que foi o Professor ABÍLIO FERNANDES. Nesta obra se pode encontrar uma versão detalhada e comentada do seu *Curriculum Vitae* que abrange os muitos aspectos relevantes que marcaram a sua vida como cidadão, professor e investigador ilustre.

A COMISSÃO EDITORIAL

LEAF EPIDERMAL MORPHOLOGY IN *BRIDELIA* (EUPHORBIACEAE) AND ITS TAXONOMIC SIGNIFICANCE

J. DELE OLOWOKUDEJO & O. O. BAMGBOWU

Department of Biological Sciences, University of Lagos,
Akoka, Lagos, Nigeria

Received, 18-III-92.

SUMMARY

Bridelia is an economically important genus in West Africa because its species are of varied use in African traditional medicine and commerce. Epidermal morphological characteristics of seven species of the genus found in West Africa have been investigated by light and scanning electron microscopy in order to evaluate their importance in species identification and classification. Epidermal cells vary from rectangular, pentagonal and hexagonal to irregular in shape. Anticlinal walls are straight or curved in some species and undulate in others. These walls are usually indicated by either ridges or furrows, or they may be obscured by surface ornamentation. Paracytic stomata, which are confined to the abaxial epidermis, are randomly distributed and are usually superficial or slightly sunken. Stomatal size, density and peristomatal rim vary both within and among taxa. Trichomes, which are found in five species, are generally simple, unicellular and tapering; but are variable in size, distribution and density. Periclinal walls may be flat, convex or concave. Three types of micro-papillae occur in five of the species while epicuticular wax secretions are found in four species in the form of fine flakes, platelets or upright scales. The variation in these micromorphological characters are taxonomically significant within the genus. An artificial dichotomous key for the identification of all species, even from sterile material or leaf fragments, is presented.

INTRODUCTION

Bridelia Willd. (Euphorbiaceae) is a tropical genus of woody shrubs and trees which are morphologically diverse and geographically widespread. Seven species of *Bridelia* are indigenous to

- B. speciosa* Müll. Arg.: Nigeria: Ogoja, *Salvory & Keay* 25127 (FHI); Mambilla, *Chapman* 56092 (FHI); Obudu, *Magajie & Tuleyi* 2183 (K); Cameroun: Bamenda-Nkwe, *Keay & Ighbodu* 28362 (FHI).
- B. micrantha* (Mochst.) Baill.: Nigeria: Bauchi, *Geeling* 3463 (FHI); Oyo, *Standfield* 39996 (FHI); Agbede, *Odewo & Oni* 79159 (FHI); Calabar, *Talbot* 2331 (FHI); Ikom, *Jones* 1553 (FHI); Mambilla Plateau, *Chapman* 3032 (K); Asore, *Olowokudejo & Adeyemi* 593 (LUH). Cameroun: Kumba, *Binuyo & Daramda* 35593 (FHI). Senegal: Route de Kayar, *Adam* 83877 (FHI).
- B. atroviridis* Müll. Arg.: Nigeria: Owerri, *Cowens* 3837 (FHI); Ubija, *Gbile* 79175 (FHI); Jemma, *Nash & Keay* 37107 (K); Ishan, *Olorunfemi* 30077 (FHI).

Two to six mature leaf samples of each species were examined by both light and scanning electron microscopy. All leaves were revived by boiling in water for 5-10 min.

Epidermal preparations: An area about 5-8 mm square was taken from identical regions of each leaf, usually midway between the base and apex of the lamina. Each sample was soaked in concentrated nitric acid for about 6-24 hours, depending on the texture of the leaf. The appearance of air bubbles on the upper surface of the leaf sample usually indicates the commencement of the separation process. Each sample was carefully washed in water and the adaxial and abaxial epidermises carefully teased apart using fine forceps and dissecting needles. Mesophyll tissue debris were cleaned from the membranes by means of a carmel hair brush. Each epidermal membrane was then washed, dehydrated and stained with safranin before mounting in Canada balsam.

Fifty randomly selected cells and stomata were measured per species. Stomatal and epidermal cell density were calculated from at least 20 counts per one centimetre square. Drawings were made using a Wild M12 research microscope with camera lucida attachment.

Scanning electron microscopy: About 6 mm square of each leaf was fixed to labelled SEM stub with double-sided Sellotape, coated with gold in a Polaron E-5000 sputter coater and examined

and photographed in a JEOL JSM-T20 scanning electron microscope. The SEM was operated at an accelerating voltage of 12.5 KeV at the Electron Microscopy Unit, School of Plant Sciences, University of Reading, UK.

RESULTS

Figures 1-22 show the abaxial and adaxial leaf surfaces of all *Bridelia* species studied as seen by the SEM. Some light microscopic features are summarised in Tables 1 and 2 and illustrated in Figures 23-34. Descriptive terminology is based on STACE (1965), CUTLER (1969, 1972), RAJU & RAO (1977), WILKINSON (1979), DILCHER (1974), DEHGAN (1980) and BARTHLOTT (1981).

SEM of leaf surfaces

B. scleroneura (Figs. 1-6)

Abaxial periclinal walls flat, covered with numerous clavate-shaped micropapillae (Figs. 1-3), totally obscuring the anticlinal cell walls. Vein cells are convex, longer than wide; anticlinal walls indicated by shallow grooves of uniform depth (Fig. 2). Surfaces of cell walls and micropapillae are covered with fine platelets and dense upright scales of epicuticular wax (Fig. 4) and small variously shaped flakes (Fig. 5). Stomata are narrowly — elliptical, slightly sunken and sometimes reduced to a slit (Figs. 5 and 6). Distinctive peripheral rim or ledge slightly overlapping guard cells (Fig. 6).

Adaxial surface (Fig. 19): periclinal walls concave with numerous micropapillae. Anticlinal walls represented by ridges of more or less uniform size. Stomata absent. No wax deposit.

B. ferruginea (Figs. 7, 20)

Abaxial cells slightly convex with several conical micropapillae. Outer periclinal surface smooth but micropapillae granular in appearance. Irregular bands of cuticle continuous over many cells. Anticlinal walls indicated by shallow depressions. Stomata are slightly sunken, narrowly elliptical with more or less wide cuticular rims. Epicuticular wax secretion absent.

Anticlinal walls of adaxial epidermal cells marked by ridges of uniform height but variable thickness. Periclinal walls flat to slight convex with numerous micropapillae. Wax is absent.

B. grandis (Figs. 8, 9, 10, 22)

Surface of abaxial cells flat, covered with numerous micropapillae which are either clavate-shaped or dome-like in surface view. Anticlinal cell flanges obscured by the micropapillae and several folds of cuticle. Stomata are slightly sunken with narrow cuticular rims (Fig. 8). Trichomes simple, unicellular and tapering, restricted to the surface of veins (Fig. 9). Various shaped particles and flakes of wax scattered over papillae and periclinal wall.

Adaxial periclinal walls convex with numerous micropapillae (Fig. 22). Anticlinal walls marked by irregular shallow depressions. Cuticular bands continuous over several cells. No wax deposit.

B. ndellensis (Figs. 11, 12)

Outer surface of abaxial epidermal cells flat and smooth. Anticlinal walls indistinct. Numerous dome- and clavate-shaped micropapillae present (Fig. 11). Stomata slightly sunken, broadly elliptical with well-developed peristomatal rims (Fig. 12). Fine flakes and particles of wax found on periclinal wall, papillae densely covered with large wax particles.

Adaxial cell boundaries prominent as ridges of more or less uniform size. Periclinal walls flat with numerous micropapillae. Wax absent.

B. speciosa (Figs. 13, 14, 21)

Outline of abaxial epidermal cells are partially defined by irregular ridges. Outer periclinal wall flat to slightly convex. Whole surface ornamented with numerous micropapillae of various shapes. Few cuticular bands continuous over several cells (Fig. 13). Stomata sunken, broadly elliptical, with distinctly thick, projecting rim; aperture long and wide (Fig. 14). Wax deposit absent.

Adaxial anticlinal walls consist of ridges of uniform height but variable thickness. Periclinal walls flat or slightly concave

(Fig. 21). Entire surface covered with numerous micropapillae. Wax present in the form of few flakes and particles mostly on periclinal surface.

B. micrantha (Figs. 15, 16, 19)

Boundaries of abaxial surface cells are poorly defined. Periclinal walls flat or slightly convex, smooth or granular in appearance (Fig. 15). Stomata sunken, narrowly elliptical with prominent peristomatal rim (Fig. 16). Wax absent.

Anticlinal walls of adaxial surface represented by distinctly broad ridges of more or less uniform thickness (Fig. 19). Periclinal walls flat or slightly concave. Few micropapillae present but wax is absent.

B. atroviridis (Figs. 17, 18)

Abaxial anticlinal walls are marked by slightly raised ridges of variable size (Fig. 17). Periclinal walls are flat or slightly concave. Stomata are superficial, narrowly elliptical with narrow rims. Wax found as platelets, small and large particles.

Adaxial anticlinal walls represented by narrow ridges of more or less uniform size. Periclinal walls slightly concave. Wax absent.

Light microscopy of leaf surface

Cells of the upper and lower epidermises are usually pentagonal, hexagonal, rectangular or irregular in shape (Table 1). A mixture of two or more of these forms may be found on the same epidermal surface. Abaxial cells of *B. scleroneura* are generally the smallest and the most abundant per unit area while those of *B. atroviridis* are the largest but the fewest per unit area (Table 1). There is a rough correlation between the size and number of cells on both abaxial and adaxial surfaces.

Anticlinal walls of the epidermal cells on both leaf surfaces of *B. scleroneura* (Figs. 23 and 24) and *B. ferruginea* (Figs. 25 and 26) are usually straight but curved in *B. grandis* (Figs. 27 and 28) while a mixture of both straight and curved walls are found in *B. ndellensis* and *B. speciosa* (Figs. 31 and 32). Undulate

walls occur only in *B. micrantha* (Figs. 29 and 30) and *B. atroviridis* (Figs. 33 and 34).

The abaxial leaf surface of *B. scleroneura* (Fig. 1), *B. ferruginea* and *B. ndellensis* are generally strongly reticulate; all secondary, tertiary, quaternary veins and veinlets being very prominent. These veins are not as conspicuous in the remaining species. In addition, the secondary veins of all species, except *B. atroviridis* extend to the leaf margins, i. e. craspedodromous, where they fuse together to form a single marginal vein. Leaves of all species are hypostomatic. Stomata are randomly distributed over the whole abaxial surface and are usually accompanied on either side by a subsidiary cell parallel to the long axis of the pore and guard cells i. e. paractic. Most of the stomata on one leaf surface are more or less the same size but some variation exist among the species (Table 2). The smallest stomata ($13.74 \times 4.98 \mu\text{m}$) are found in *B. scleroneura* while the largest occur in *B. speciosa* with mean length and width values of 18.33 and $7.45 \mu\text{m}$ respectively. The number of stomata observed per unit area also varies both within and between species. While the highest number (26) is recorded in *B. grandis*, the lowest occurs in *B. scleroneura* with about 17 stomata per mm^2 . The stomatal index also varies from 9.32% to 20.15% in *B. scleroneura* and *B. micrantha* respectively (Table 2). The morphology of stomatal cuticular rims also varies within the genus. *B. atroviridis*, *B. micrantha* and *B. scleroneura* possess relatively thin stomatal rims while in the remaining taxa, the rim is thick and very prominent.

Trichomes are generally simple, unicellular and tapering but are very variable in size, distribution and abundance. Short and minute hairs are found on the leaf abaxial surface of *B. micrantha* and *B. grandis*. In *B. ferruginea* and *B. ndellensis* hairs are restricted to the midrib, secondary and tertiary veins of the abaxial surface. Distribution is generally sparse in the former but dense on the primary and secondary veins in the latter. In *B. scleroneura*, both short and long trichomes are sparsely distributed on the abaxial secondary veins. The adaxial surface of these taxa are usually glabrous. *B. speciosa* and *B. atroviridis* are the two species with totally glabrous leaves.

TABLE 1

Epidermal features of *Bridelia* species

(abbreviations: pent = pentagonal, hex = hexagonal, rect = rectangular, min = minimum, max = maximum, s. e. = standard error)

Species	Shape epidermal cell	No. of cells per mm ² [min(mean ± s.e.)max]		Anticlinal cell wall pattern	Epidermal cell width (μm) [min(mean ± s.e.)max]				
		Adaxial surface	Abaxial surface		Adaxial surface	Abaxial surface			
<i>B. scleroneura</i>	pent/hex	151(157.2 ± 0.75)	169	168(169.5 ± 0.98)	178	14.9(16.5 ± 1.02)	29.6	8.9(15.72 ± 0.89)	19.4
<i>B. ferruginea</i>	pent/hex	75(91.6 ± 0.84)	117	127(141.2 ± 1.87)	159	16.2(24.92 ± 1.03)	37.8	15.5(22.87 ± 0.84)	32.4
<i>B. grandis</i>	rect/pent	86(89.8 ± 0.71)	97	124(129.4 ± 0.56)	133	18.9(27.67 ± 1.70)	37.8	17.2(23.29 ± 0.86)	28.3
<i>B. ndellensis</i>	pent/hex	85(90.8 ± 0.85)	96	114(133.3 ± 0.96)	147	18.9(24.57 ± 1.35)	39.2	74.3(17.68 ± 1.54)	25.1
<i>B. speciosa</i>	pent/hex	89(107.1 ± 1.94)	182	137(157.7 ± 1.06)	175	16.2(21.59 ± 1.16)	43.2	10.8(15.82 ± 0.81)	31.6
<i>B. micrantha</i>	irregular	83(89.2 ± 1.58)	97	78(85.2 ± 1.37)	91	18.9(26.43 ± 0.78)	39.2	20.3(27.68 ± 1.54)	35.1
<i>B. atroviridis</i>	irregular	60(83.4 ± 0.98)	131	86(91.7 ± 1.92)	139	18.6(28.55 ± 0.61)	40.5	16.2(27.82 ± 1.26)	32.4

TABLE 2

Stomatal and trichome characteristics of *Bridelia* species

(abbreviations: ab = abaxial, max = maximum, min = minimum, s. e. = standard error)

Species	Stomatal density per mm ² min(mean ± s.e.)max	Stomatal rim	Stomatal surface view size (μm)		Stomatal index (°/0)	Trichomes	
			Length	Width			
<i>B. scleroneura</i>	14(17.42 ± 0.51)	18	11.4(13.74 ± 0.21)	13.7	3.9(4.98 ± 0.13)	5.6	ab. veins
<i>B. ferruginea</i>	21(26.3 ± 0.61)	31	10.8(14.18 ± 0.24)	16.2	5.4(6.40 ± 0.24)	8.1	ab. veins
<i>B. grandis</i>	16(18.77 ± 0.52)	22	14.9(16.01 ± 0.21)	17.6	4.1(5.38 ± 0.12)	6.8	ab. surface
<i>B. ndellensis</i>	17(18.73 ± 0.41)	22	13.5(15.93 ± 0.27)	17.6	4.1(5.80 ± 0.12)	6.8	ab. veins
<i>B. speciosa</i>	12(18.84 ± 0.54)	25	14.9(18.33 ± 0.38)	20.3	6.8(7.45 ± 0.27)	8.1	glabrous
<i>B. micrantha</i>	20(21.5 ± 0.34)	23	14.9(15.93 ± 0.27)	16.2	5.4(6.07 ± 0.08)	6.8	ab. surface
<i>B. atroviridis</i>	18(22.23 ± 0.63)	26	10.8(14.34 ± 0.24)	16.2	4.9(5.83 ± 0.19)	6.8	glabrous

DISCUSSION

Previous investigations by KAKKAR & PALIWAL (1974), RAJU & RAO (1977) and DEHGAN (1980) among others, on the epidermal morphology of various genera of the Euphorbiaceae have shown that characters derived from the epidermis are of taxonomic value within the family. The results obtained for the genus *Bridelia* in the present study are in agreement with these conclusions.

In each taxon the micromorphological features of the abaxial epidermis are more numerous and diverse than those of the adaxial side. The patterns of variation provide valuable evidence for the identification of taxa and evaluation of species relationship within the genus. The occurrence of epicuticular wax secretions on the abaxial leaf surface of *B. scleroneura*, *B. grandis*, *B. ndellensis* and *B. atroviridis* suggests affinity between these species. However, the morphology of wax differs in these species, for instance, it occurs in the form of platelets and upright scales in *B. scleroneura*, platelets only in *B. atroviridis* but fine flakes and particles occur in *B. grandis* and *B. ndellensis*. The value of wax deposits in taxonomic studies has been investigated in certain groups of plants (HALLAM & CHAMBERS, 1970) and their importance has been found to vary from group to group. However, the occurrence, distribution and morphology of wax secretions may be quite useful as additional diagnostic characters (WILKINSON, 1979). The ecological aspects of wax crystalloids found in plant have been discussed by BARTHOLOTT & WOLLENWEBER (1981) and BARTHOLOTT (1990). *B. scleroneura* can be separated from *B. atroviridis* with which it shares similar wax secretions by its sunken stomata and straight anticlinal walls. The stomata of *B. atroviridis* are usually superficial while the walls are undulate. *B. grandis* and *B. ndellensis*, which are obviously related to each other than to any other species of the genus, can be distinguished from each other by the size of their epidermal cells which are usually more than 23 μm wide in the former but less than 18 μm in the latter. The entire abaxial surface of the leaves of *B. grandis* is pubescent whereas hairs are confined to the abaxial midrib and veins in *B. ndellensis*.

Paracytic stomata occur in all species investigated. This type of stomata is of diagnostic importance for the genus in West

Africa because a variety of stomatal types such as anisocytic, anomocytic, diacytic and paracytic have been reported for the family (METCALFE & CHALK, 1950; RAJU & RAO, 1977; DEHGAN, 1980). The thick projecting rims of the stomata of *B. speciosa* clearly distinguish this species from the remaining six taxa of the genus. The taxonomic significance of other stomatal characters such as density, size and index is limited because of large intraspecific variation and considerable overlap among species.

Micropapillae are well developed mostly on the abaxial walls of *B. scleroneura*, *B. grandis*, *B. ndellensis*, *B. ferruginea* and to a lesser extent, *B. speciosa*. Those found in the first three species are similar in appearance, being clavate or dome-shaped and densely covered in wax; whereas the papillae of *B. ferruginea* appear like cones arising from the central region of cell, and are totally devoid of wax deposit. The micropapillae of *B. speciosa* are denser and verrucate in appearance. Papillae are useful for distinguishing the species and species-group because of their relative constancy, but their functional significance is not fully understood because they are not correlated with the environmental factors. This is in contrast to the findings of ATWOOD & WILLIAM (1979) who were able to establish some correlation between species of *Phragmipedium* (Pfitz.) Rolfe and *Paphiopedilum* Pfitz. exhibiting micropapillae and various degrees of sculpturing and low light environments.

The undulate anticlinal walls and absence of micropapillae make the recognition of *B. micrantha* and *B. atroviridis* possible. These species can be separated from each other by a number of other characters. Wax deposits are found on the leaf abaxial surface of *B. atroviridis* and the leaves are completely glabrous whereas the abaxial epidermis of *B. micrantha* is pubescent and totally devoid of wax. The taxonomic key presented below is based on the micromorphological characters of the leaf surface and will facilitate the recognition of all species, even if only sterile material or leaf fragments of each taxon is available.

KEY TO SEVEN WEST AFRICAN SPECIES OF *BRIDELIA*

1. Micropapillae present on leaf abaxial surface; anticlinal walls straight or curved
2. Epicuticular wax secretions present on leaf abaxial surface; cuticular bands absent

- | | | |
|----|--|-----------------------------|
| 3. | Adaxial epidermal cells more than 150 per mm ² ;
stomatal rim thin, index less than 10 % | 2.
<i>B. scleroneura</i> |
| 3. | Adaxial epidermal cells less than 100 per mm ² ;
stomatal rim thick, index more than 12 % | |
| 4. | Abaxial epidermal cells more than 23 µm wide;
trichomes present on whole abaxial surface | <i>B. grandis</i> |
| 4. | Abaxial epidermal cells less than 18 µm wide;
trichomes restricted to abaxial midrib and veins | <i>B. ndellensis</i> |
| 2. | Epicuticular wax secretions absent from leaf abaxial surface;
cuticular bands continuous over several epidermal cells | |
| 5. | Stomata large, 18 × 7 µm, rims thick and projecting;
leaf completely glabrous | <i>B. speciosa</i> |
| 5. | Stomata smaller, 14 × 5 µm, rim thin not projected;
leaf abaxial veins hairy | <i>B. ferruginea</i> |
| 1. | Micropapillae absent from leaf abaxial surface; anticlinal walls undulate | |
| 6. | Leaf completely glabrous; epicuticular wax secretions present in form
of platelets | <i>B. atroviridis</i> |
| 6. | Leaf abaxial surface pubescent; wax totally absent | <i>B. micrantha</i> |

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to thank the Directors and Curators of the herbaria in which material was examined. The senior author is grateful to Professor J. B. HARBORNE, Head of Botany Department, University of Reading, for permission to use laboratory facilities, and to Professor D. M. MOORE and Dr. S. L. JURY for assistance. The award of a one-year Developing Country Fellowship to the senior author by the Trustees of the Royal Society of London is gratefully acknowledged.

REFERENCES

- AMFOFO, O.
1980 Some clinical observations on the treatment of selected diseases by herbal preparations, in SOFOWORA, E. A. (Ed.): *Perspectives in Medicinal Plant Research Today*, pp. 34-35. University of Ife Press.
- ATWOOD, J. T. & WILLIAMS, N. H.
1979 Surface features of the adaxial epidermis in the conduplicate-leaved Cypridodioideae (Orchidaceae). *Bot. J. Linn. Soc.* **78**: 141-156.
- BARTHOLOTT, W.
1981 Epidermal and seed surface characters of plants: systematic applicability and some evolutionary aspects. *Nordic Journal of Botany* **1**: 345-355.
1990 Scanning electron microscopy of the epidermal surface in plants, in CLAUGHER, D. (Ed.): *Scanning Electron Microscopy in Taxonomy*

and *Functional Morphology*. The Systematics Association Special Volume No. 41. Oxford Clarendon Press.

BARTHOLOTT, W. & WOLLENWEEER, E.

1981 Zur Feinstruktur, Chemie und taxonomischen Signifikanz epicuticularer Wachse und ähnlicher Sekrete. *Tropische und Subtropische Pflanzenwelt* 32: 1-67.

CARPENTER, R. C.; SOTHEESWARAN, S.; UVAIS, M.; SULTANBAWA, S. & BALASUBRAMANIAM, S.

1980 Triterpenoids of five Euphorbiaceae species of Sri Lanka. *Phytochemistry* 19: 1171-1174.

CUTLER, D. F.

1969 Cuticular markings and other epidermal features in *Aloe* leaves. *Notes from the Jodrell Laboratory* VI: 21-27.

1972 Leaf anatomy of certain *Aloe* and *Gasteria* species and their hybrids, in GHOUSE, A. K. M. & YUNUS, M. (Eds.): *Research Trends in Plant Anatomy*: 103-122. New Delhi: Tata McGraw Hill.

CUTLER, D. F. & BRANDHAM, P. E.

1977 Experimental evidence for the genetic control of leaf surface characters in hybrid Aloineae. *Kew Bull.* 32: 23-32.

DALZIEL, J. M.

1937 *The useful plants of West Tropical Africa*. Crown Agents for Overseas Governments and Administration, London.

DEHGAN, B.

1980 Application of epidermal morphology to taxonomic delimitations in the genus *Jatropha* L. (Euphorbiaceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 80: 257-278.

DILCHER, D. L.

1974 Approaches to the identification of angiosperm leaf remains. *Bot. Rev.* 40: 1-157.

HALLAM, N. D. & CHAMBERS, T. C.

1970 The leaf waxes of the genus *Eucalyptus* L'Héritier. *Aust. J. Bot.* 18: 335-386.

HUTCHINSON, J. & DALZIEL, J. M.

1954 *Flora of West Tropical Africa*. Vol. 1. Crown Agents for Overseas Governments and Administration, London.

IRVINE, F. R.

1961 *Woody Plants of Ghana*. Oxford University Press.

KAKKAR, L. & PALIWAL, G. S.

1974 Studies on the leaf anatomy of *Euphorbia*. V. Epidermis. *Proceedings of the Indian National Science Academy B*, 40: 55-67.

METCALFE, C. R. & CHALK, L.

1950 *Anatomy of the Dicotyledons*, Vol. 1. Oxford Clarendon Press.

OLWOKUDEJO, J. D. & PEREIRA-SHETEOLU, O.

1988 The taxonomic value of epidermal characters in the genus *Ocimum* (Lamiaceae). *Phytomorphology* 38: 147-158.

OLWOKUDEJO, J. D. & NYANANYO, B. L.

1990 Taxonomy of medicinal plants I. Epidermal morphology of the genus *Khaya* (Meliaceae) in West Africa. *Feddes Repertorium* 101: 401-407.

OLWOKUDEJO, J. D.

- 1993 Comparative epidermal morphology of West African species of *Jatropha* (Euphorbiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 111: 139-154.

RAJU, V. S. & RAO, P. N.

- 1977 Variation in the structure and development of foliar stomata in the Euphorbiaceae. *Bot. J. Linn. Soc.* 75: 69-97.

RIZK, A. M.

- 1987 The chemical constituents and economic plants of the Euphorbiaceae. *Bot. J. Linn. Soc.* 94: 293-326.

SOFOWORA, E. A.

- 1982 *Medicinal Plants and Traditional Medicine in Africa*. John Wiley, Chichester.

SOLADOYE, M. O.

- 1982 Leaf epidermal studies in the African genus *Baphia* Lodd. and related genera. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.* 52: 415-437.

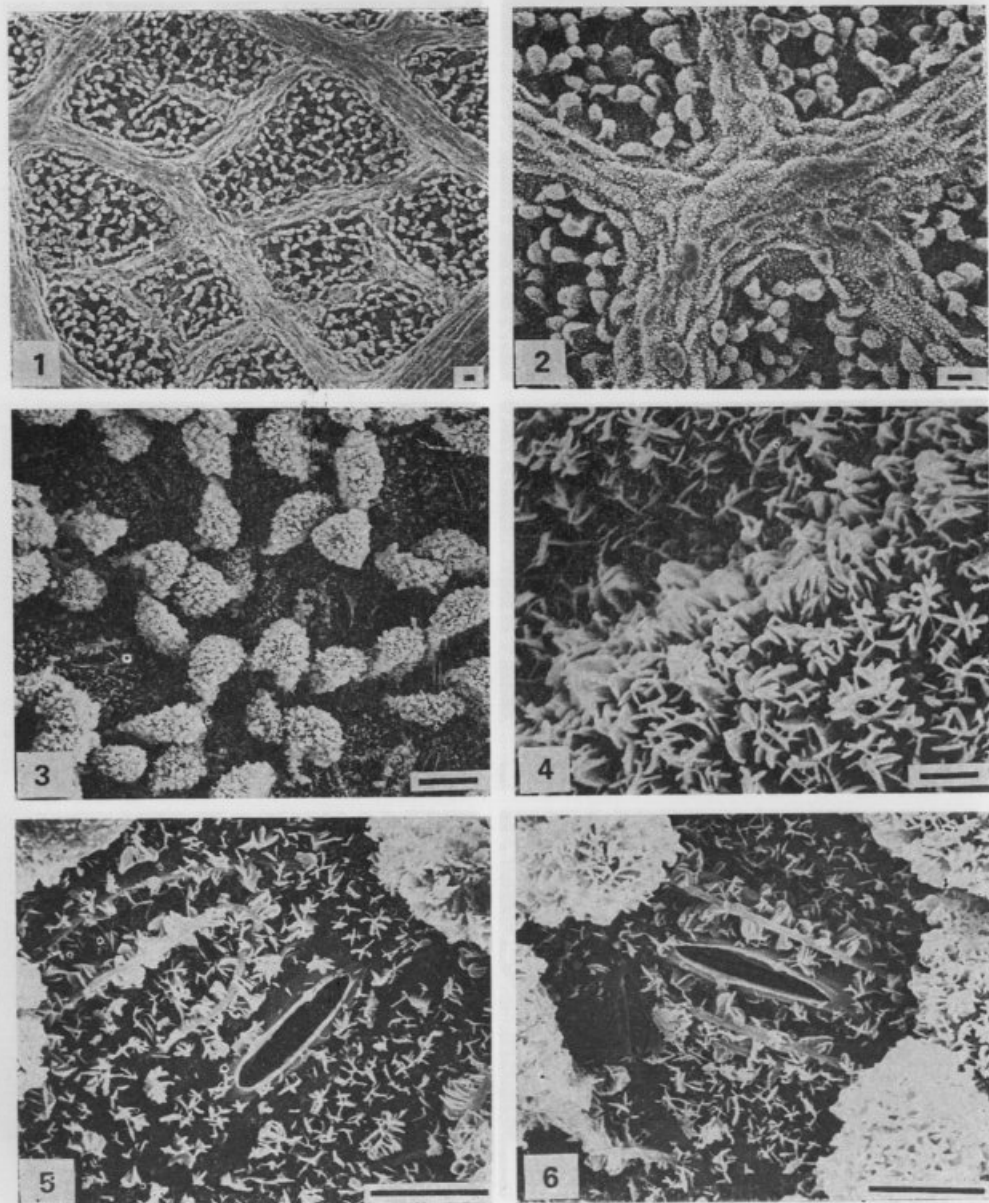
STACE, C. A.

- 1965 Cuticular studies as an aid to plant taxonomy. *Bull. Brit. Mus (Nat. Hist.) Bot.* 4: 1-78.

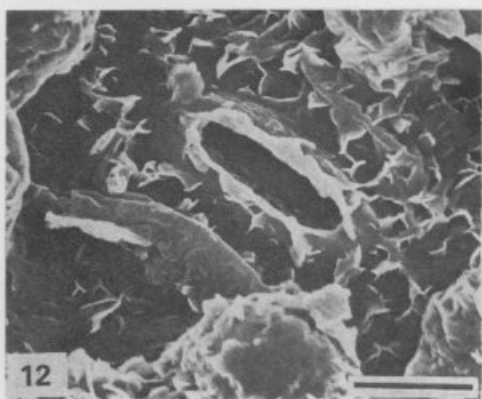
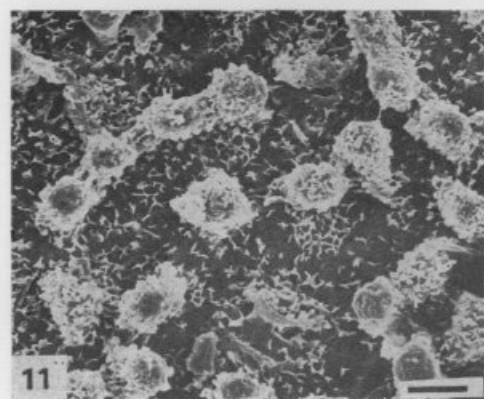
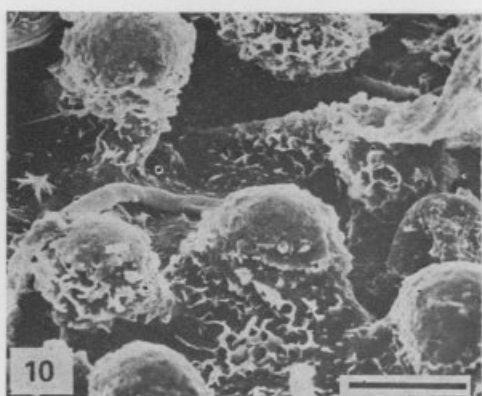
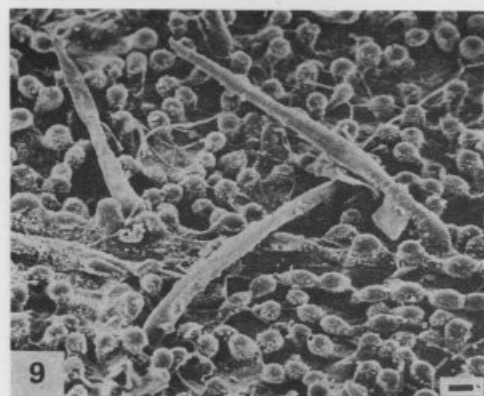
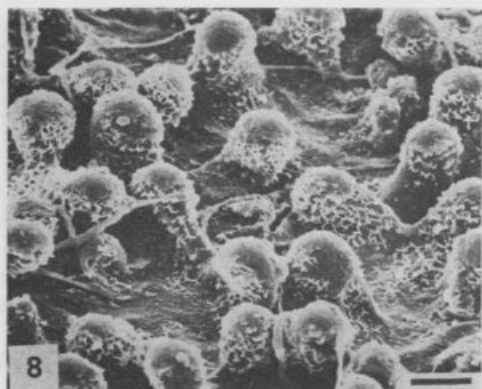
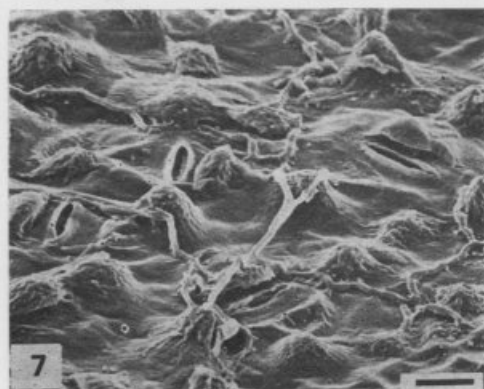
- 1966 The use of epidermal characters in phylogenetic considerations. *New Phytol.* 65: 304-318.

WILKINSON, H. P.

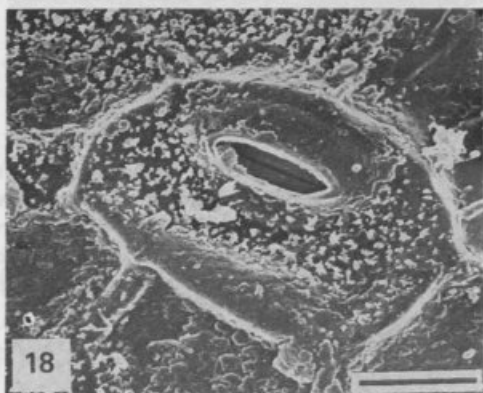
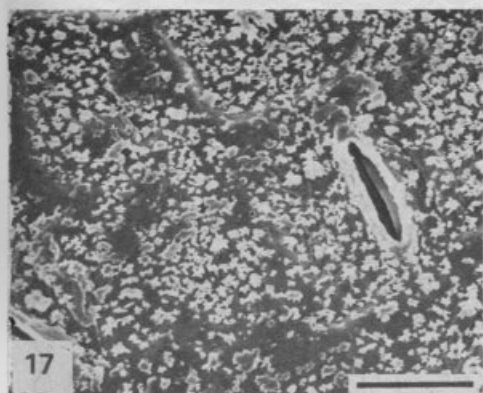
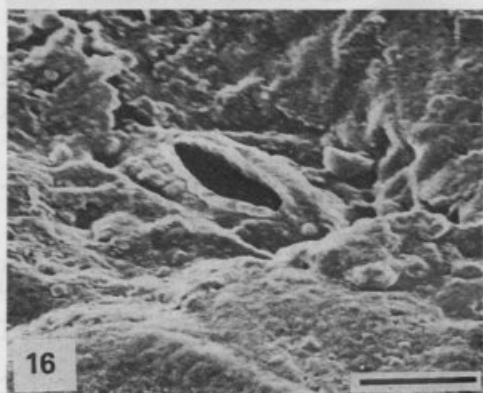
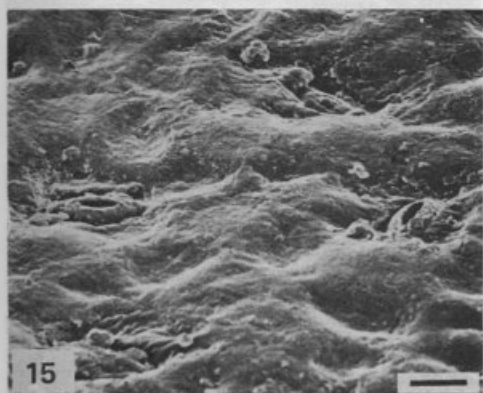
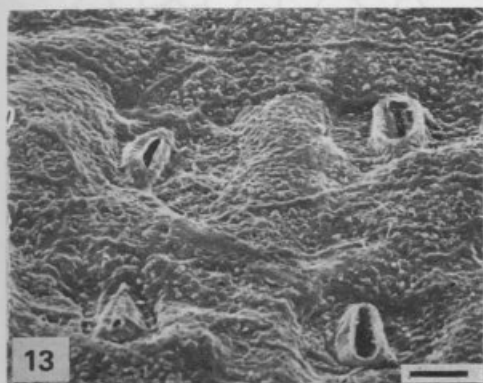
- 1979 The plant surface (mainly leaf), in METCALFE, C. R. & CHALK, L. (Eds.): *Anatomy of the Dicotyledons*, 2nd ed. pp. 97-165. Oxford University Press.



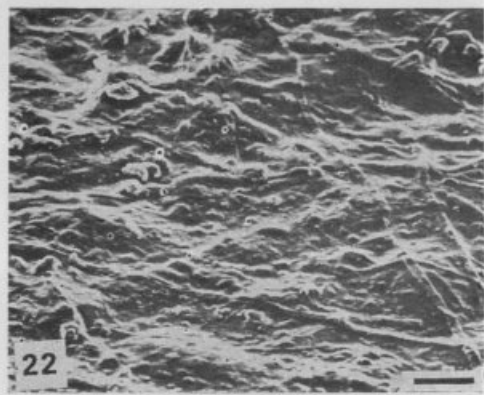
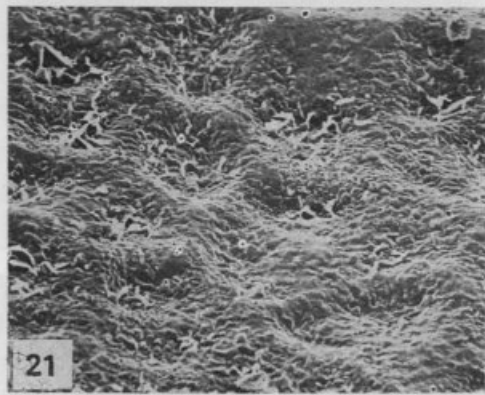
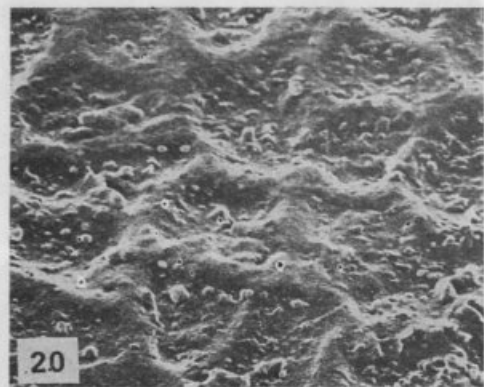
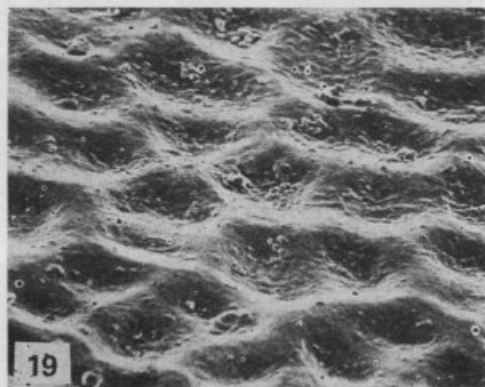
Figures 1-6. — SEM of leaf abaxial surface of *B. scleroneura*. (1) Prominent reticulate venation pattern and micropapillae, scale bar = 10 μ m. (2) Vein cells and micropapillae, scale bar = 10 μ m. (3) Micropapillae and stomata, scale bar = 10 μ m. (4) Upright scales of wax on micropapilla. Scale bar = 2 μ m. (5) Sunken stoma and fine platelets of wax on periclinal walls, scale bar = 5 μ m. (6) Stoma with peripheral ledge, scale bar = 5 μ m.



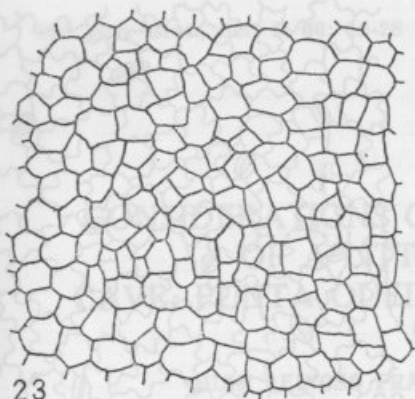
Figures 7-12. — SEM of leaf abaxial surface of *Bridelia* species. (7) *B. ferruginea*, showing cone-shaped micropapillae, stomata and cuticular bands, scale bar = 10 μ m. (8) *B. grandis*, showing clavate-shaped micropapillae and cuticular bands, scale bar = 10 μ m. (9) *B. grandis*, showing micropapillae and trichomes on vein cells, scale bar = 10 μ m. (10) *B. grandis* showing details of papillae and wax flakes, scale bar = 5 μ m. (11) *B. ndellensis*, showing micropapillae and fine flakes of wax, scale bar = 10 μ m. (12) *B. ndellensis*, showing slightly sunken stoma with distinct rims, scale bar = 5 μ m.



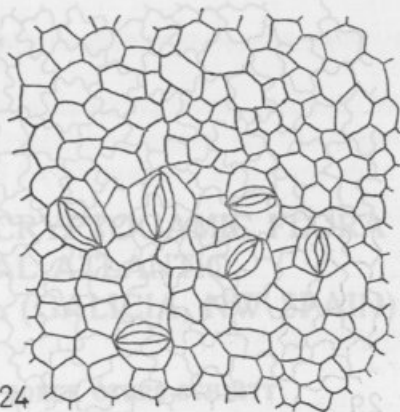
Figures 13-18. — SEM of leaf abaxial surface of *Bridelia* species. (13) *B. speciosa*, showing micropapillae and stomata, scale bar = 10 μ m. (14) *B. speciosa*, showing stoma with thick projecting rim, scale bar = 5 μ m. (15) *B. micrantha*, showing convex periclinal walls and sunken stomata, scale bar = 10 μ m. (16) *B. micrantha*, showing sunken stomata with distinct peristomatal rims, scale bar = 5 μ m. (17) *B. atroviridis*, platelets of wax and anticlinal walls indicated by ridges, scale bar = 5 μ m. (18) *B. atroviridis* showing superficial stoma with narrow rims, scale bar = 5 μ m.



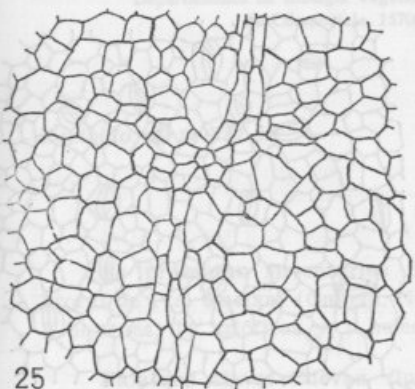
Figures 19-22.—SEM of leaf adaxial surface of *Bridelia* species. (19) *B. mircrantha*, showing concave periclinal walls and anticlinal walls indicated by ridges. (20) *B. ferruginea*, with micropapillae and anticlinal walls marked by ridges. (21) *B. speciosa*, showing concave periclinal walls and wax flakes. (22) *B. grandis*, with convex walls and cuticular bands, scale bar = 10 μ m. (Figs. 19-22 same scale).



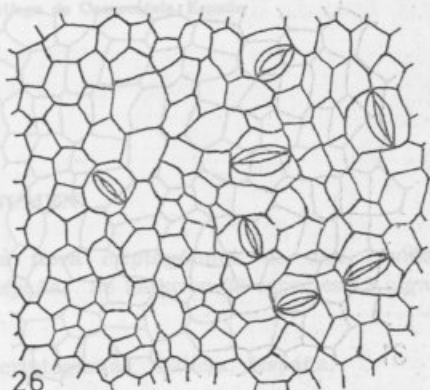
23



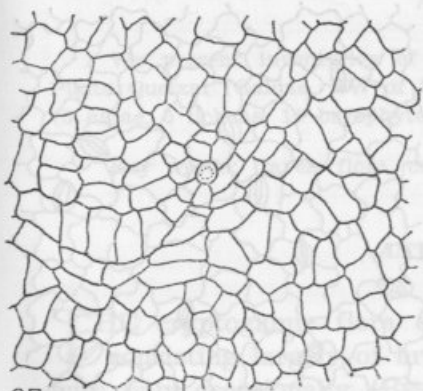
24



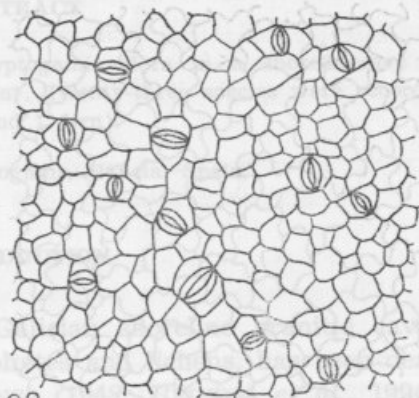
25



26

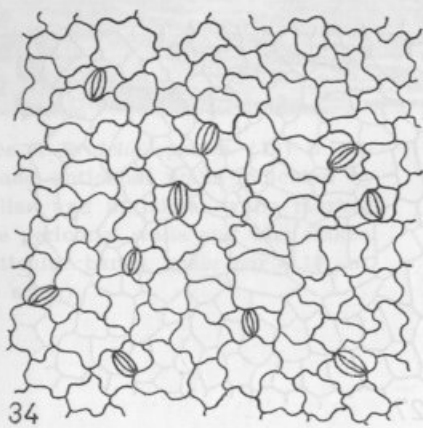
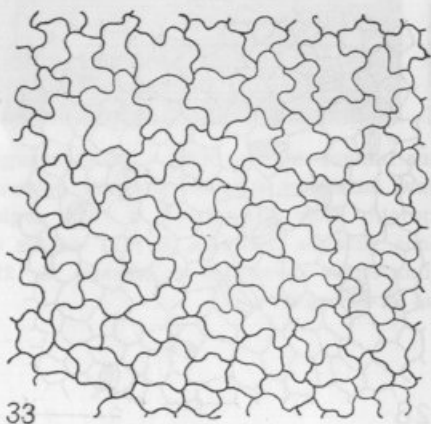
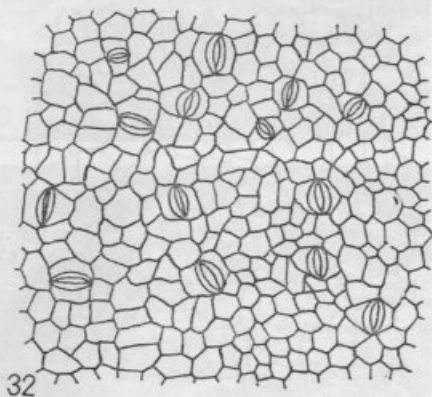
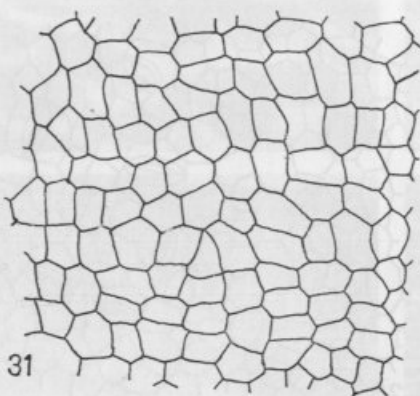
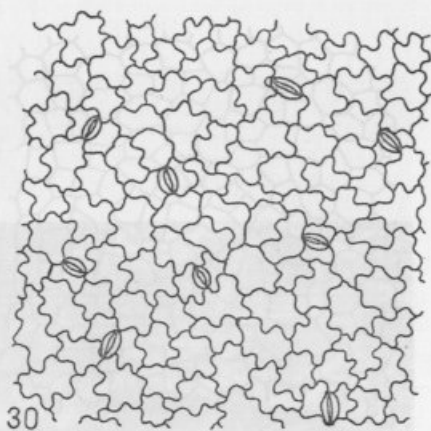
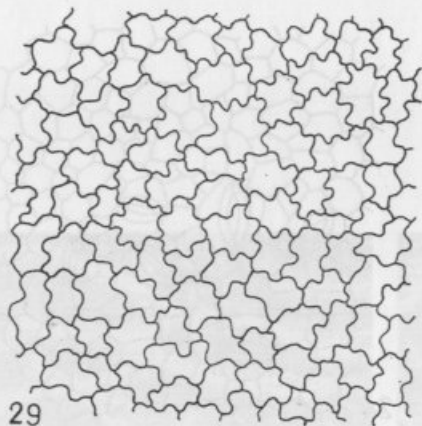


27



28

Figures 23-28. — Drawings of leaf adaxial and abaxial surfaces of *Bridelia* species. (23) *B. scleroneura*, adaxial surface. (24) *B. scleroneura*, abaxial surface (25) *B. ferruginea*, adaxial surface with vein cells in the middle. (26) *B. ferruginea*, abaxial surface with paracytic stomata. (27) *B. grandis*, adaxial epidermis, showing a hair base cell and curved anticlinal walls. (28) *B. grandis*, abaxial surface. All figures to same scale = 40 μ m.



Figures 29-34. — Drawings of leaf adaxial and abaxial surfaces of *Bridelia* species. (29) *B. micrantha*, adaxial epidermis with undulate anticlinal walls. (30) *B. micrantha*, abaxial surface. (31) *B. speciosa*, adaxial epidermis. (32) *B. speciosa*, abaxial surface. (33) *B. atroviridis*, adaxial surface with undulate walls. (34) *B. atroviridis*, abaxial cells with undulate walls.

All figures to same scale = 40 μ m.

CONSIDERATIONS ON CRYPTOGAMIC FLORA OF A LITTORAL ATLANTIC CAVE: PUNTA QUEIXAL (GALICIA, NW SPAIN)

JUAN REINOSO FRANCO; JORGE OTERO-SCHMITT
& M.^a C. VIERA BENITEZ

Departamento de Biología Vegetal, Facultad de Biología, Universidad de Santiago
de Compostela. 15706 Santiago de Compostela, España

Recibido el 14-VII-92.

RESUMEN

Se presentan inventarios de la flora criptogámica de una cavidad litoral de Pta. Queixal (Galicia, NO España). Se hallaron 23 especies (3 algas, 5 líquenes, 14 briófitos y 1 helecho).

Palabras clave: Cuevas, flora, criptógamas, Galicia, España.

ABSTRACT

We present inventories of cryptogamic flora in a shoreline cave at Punta Queixal (Galicia, NW of Spain). Twenty-three species were recorded (3 algae, 5 lichens, 14 bryophytes and 1 fern).

Key words: Caves, flora, cryptogams, Galicia, Spain.

INTRODUCTION

THE cryptogamic flora of Galician shoreline granitic caves, consisting largely of bryophytes and lichens, has been dealt with only occasionally (BESCANSA, 1948; REINOSO *et al.*, 1994), although GONZALEZ *et al.* (1990) have described the bryophytic flora of caves in the Canary Islands.

In the present study we report a floristic analysis of a littoral cave with very high cover at Pta. Queixal (Galicia,

NW Spain). Several species which have not been previously recorded in the region are reported for the first time. We described a high shoreline community of bryophytes and a redseaweed.

STUDY AREA

Geography and climate

The study was carried out in Punta Queixal (UTM 29TMH 9332) in the district (*municipio*) of Muros (A Coruña, Galicia, NW Spain), 15 m a.s.l.

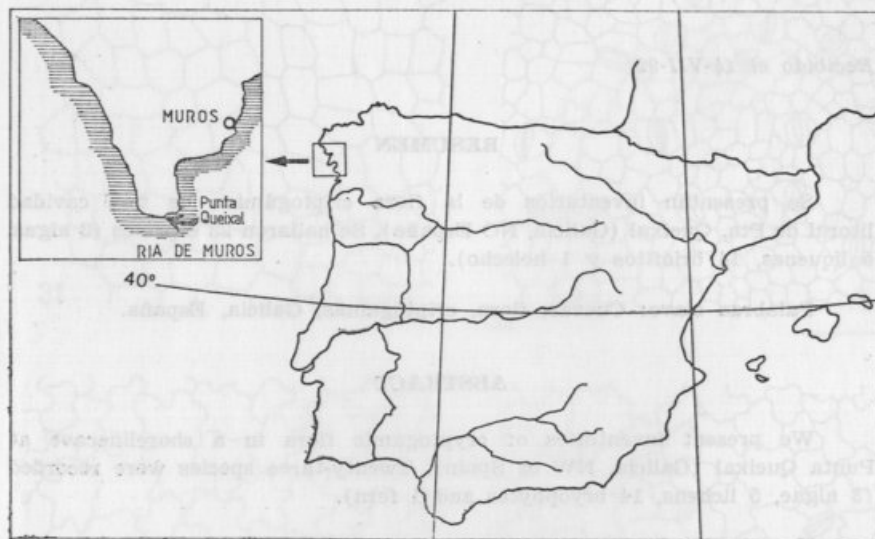


Fig. 1. — Map showing the location of the study site.

The substrate is a muscovitic-biotitic leucogranite of phyllo-nitic character, with medium-thick grain, sometimes with phenocrysts to a depth of 2 cm. In most cases muscovite predominates over biotite. Xenolithic schists and paragneisses are frequent (I. G. M. E., 1981).

According to CARBALLEIRA *et al.* (1983) the climatological data of Monte Costa (the nearest meteorological station to Punta Queixal) are as follows:

- An average yearly temperature of 12.6° C.
- an average maximum temperature of 21.8° C for the hottest month (August).
- an average minimum temperature of 5° C for the coldest month (February).

This means that the area has a regular, mild thermic profile due to oceanic influences. The average annual rainfall reaches 1801 mm, with a maximum at the end of the winter.

From the bioclimatic and chorological point of view, following RIVAS-MARTINEZ (1987), the site is within the thermocoline horizon of the Galaico-Portuguese sector of the Cantabro-Atlantic province (Eurosiberian region). The climatic series corresponds to the *Rusco aculeati-Querceto roboris sigmetum*.

Ecology and vegetation

The rocks and cliffs of the study site, are a very unusual biotope for plant growth, subject to extreme environmental stress. To avoid water desiccation, the more exposed plants either adopt a pulvinate form (like *Armeria pubigera*) or bear succulent leaves (like *Crithmum maritimum*). The supralittoral rocks are covered with lichens, mainly *Xanthoria parietina*, *Lichnia confinis*, *Caloplaca marina* and *Verrucaria maura*.

The association *Asplenietum marinae* is found in deep fissures and crevices, with *Crithmo-Armerietum pubigerae* often occurring directly above it. Both are exposed to maritime winds. The association *Sileno maritimae-Ulicetum humilis* occurs on cliff tops, and tends to adopt pulvinate form; the soil in these sites is poor, but deeper than in the case of the previous associations.

Inventories were drawn up throughout the year. The cave was divided in three zones:

- At the back of the cave, with the red seaweed *Hildenbrandia prototypus*, referred to as the «seaweed-zone».
- At the back of the cave, and without *Hildenbrandia prototypus*, referred as the back of the cave.
- At the mouth of the cave, cushions of bryophytes including *Asplenium marinum*.

RESULTS

Of particular interest is the presence of an community composed almost entirely of bryophytes in association with the red alga *Hildenbrandia prototypus*.

The mouth of the cave is large and low, about 4 m wide and with an average height of 1 m. The cave is about 2.5 m deep, with a low extension about 0.5 m to left (Fig. 2).

The wettest areas (towards the back of the cave and in fissures and crevices) are covered with large crusts of *Hildenbrandia prototypus*; in winter, this species is more evident, whilst in summer it tends to dry out. In this «seaweed» zone the commonest species is *Fissidens serrulatus*, although with low cover. In the same area *Trichostomum crispulum* and *Fissidens viridulus* are found, with the sub-atlantic liverwort *Calypogeia arguta* in the darkest parts of crevices with very little soil. *Fossombronina angulosa* occurs in fissures about 5 cm, above the «seaweed» zone. *Fissidens exilis* and *Fissidens minutulus* occur in wet locations; poorly developed filaments of the cyanophyte *Lyngbya* sp. among rhizoids of this last species were found. Finally, the presence of *Heterocladium dimorphum*, growing in compact monospecific cushions in areas subjected to considerable dripping, is worthy of note.

The floor of the cave is covered with *Verrucaria striatula*. In addition there are cyanophytes of the genus *Chroococcus* at the mouth of the cave, again on the floor where the dripping intensity is greatest.

The roof of the cave is covered with the lichen association *Sclerophytetum circumscriptae*, with *Sclerophyton circumscriptum*, *Lecanactis granulosa* var. *monstrosa*, and *Opegrapha* sp. This association has been described by JAMES *et al.* (1977) in the British Isles; it is usually found on maritime siliceous rocks which are not directly exposed to rain.

On more highly illuminated rocks at the mouth of the cave cushions of *Fissidens polyphyllus*, *Tortula latifolia* and *Weissia controversa* are found; at the points of greatest light intensity *Asplenium marinum* occurs.

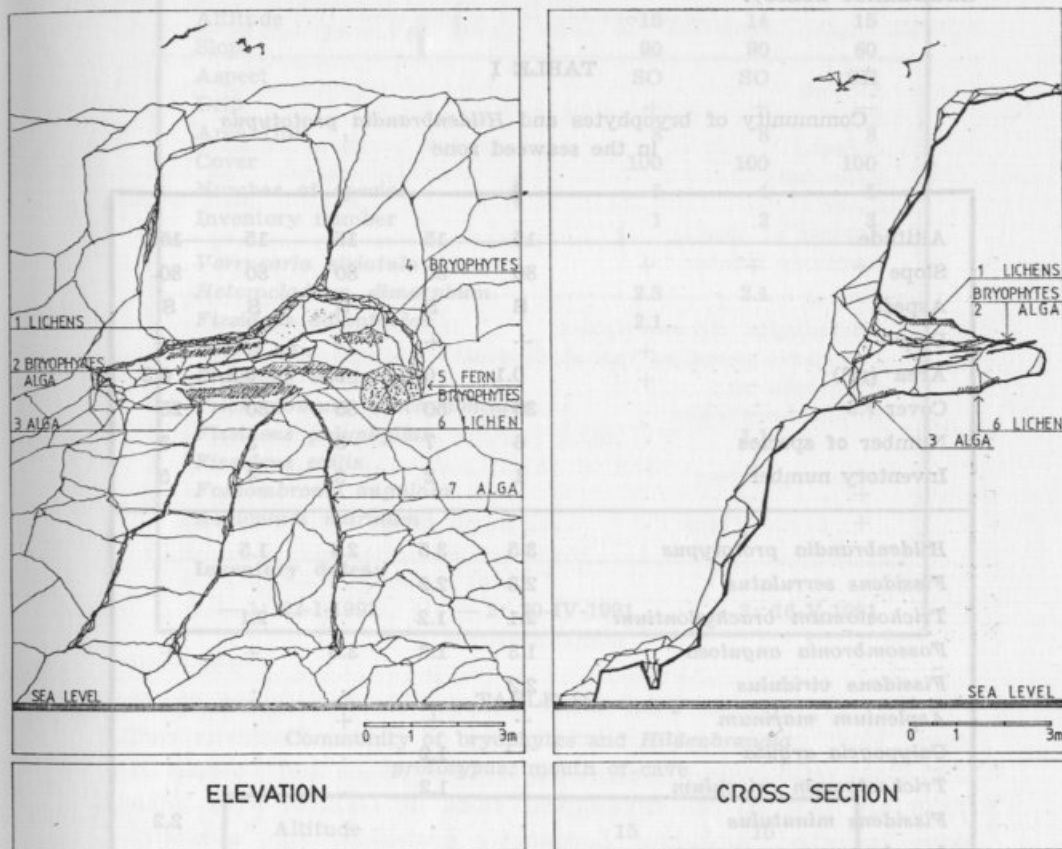


Fig. 2. — Elevation and cross section of the cave, showing the distribution of cryptogamic flora found: 1. — Lichens (*Sclerophyton circumscriptum*, *Lecanactis grumulosa* var. *monstrosa*, *Opegrapha* sp.); 2. — Bryophytes & Algae (*Fissidens serrulatus*, *Trichostomum brachydontium*, *Fossombronia angulosa*, *Fissidens viridulus*, *Calypogeia arguta*, *Trichostomum crispulum*, *Fissidens minutulus*, *Hildenbrandia prototypus*, *Lyngbya* sp.); 3. — Algae (*Chroococcus* sp.); 4. — Bryophytes (*Heterocladium dimorphum*, *Fissidens adiantoides*, *Fissidens viridulus*, *Pottia* sp., *Trichostomum brachydontium*, *Fissidens polyphyllus*, *Fissidens exilis*, *Fossombronia angulosa*); 5. — Bryophytes & Fern (*Fissidens polyphyllus*, *Fissidens viridulus*, *Tortula latifolia*, *Weissia controversa*); 6. — Lichens (*Verrucaria striatula*); 7. — Algae (*Hildenbrandia prototypus*).

Inventory dates:

— 1: 16-V-1961

— 2: 20-IV-1961

Inventories (using the BRAUN-BLANQUET 6 point cover-abundance scale).

TABLE I
Community of bryophytes and *Hildenbrandia prototypus*
in the seaweed zone

Altitude	15	15	15	15	15
Slope	80	80	80	80	80
Aspect	S	S	S	S	S
Drip	+	+	—	+	—
Area (m ²)	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
Cover	35	50	85	30	25
Number of species	6	7	3	3	3
Inventory number	1	2	3	4	5
<i>Hildenbrandia prototypus</i>	3.5	3.5	2.4	1.5	.
<i>Fissidens serrulatus</i>	2.3	2.2	.	.	.
<i>Trichostomum brachydontium</i>	2.1	1.2	.	2.1	.
<i>Fossombronia angulosa</i>	1.3	1.3	3.5	+	+
<i>Fissidens viridulus</i>	2.2	.	.	.	.
<i>Asplenium marinum</i>	+	+	+	.	.
<i>Calypogeia arguta</i>	.	1.2	.	.	.
<i>Trichostomum crispulum</i>	.	1.2	.	.	.
<i>Fissidens minutulus</i>	.	.	.	.	2.2
<i>Lyngbya</i> sp.	.	.	.	.	r
Inventory dates:					
— 1: 20-XII-1987	— 2: 5-VII-1989				
— 3 & 5: 16-V-1991	— 4: 20-IV-1991				

TABLE II

Community of bryophytes and *Hildenbrandia prototypus*:
back of the cave

Altitude	15	14	15
Slope	90	90	60
Aspect	SO	SO	SE
Drip	+	+	—
Area (m ²)	8	8	8
Cover	100	100	100
Number of species	5	4	5
Inventory number	1	2	3
<i>Verrucaria striatula</i>	+	+	+
<i>Heterocladium dimorphum</i>	2.3	2.1	.
<i>Fissidens adiantoides</i>	2.1	.	.
<i>Pottia</i> sp.	+	.	.
<i>Fissidens viridulus</i>	+	.	2.3
<i>Trichostomum brachydonium</i>	.	.	3.4
<i>Fissidens polyphyllus</i>	.	1.1	.
<i>Fissidens exilis</i>	.	+	.
<i>Fossombronina angulosa</i>	.	.	+
<i>Asplenium marinum</i>	.	.	+
Inventory dates:			
— 1: 22-I-1991	— 2: 20-IV-1991	— 3: 16-V-1991	

TABLE III

Community of bryophytes and *Hildenbrandia*
prototypus: mouth of cave

Altitude	15	15
Slope	90	90
Aspect	SO	SO
Drip	—	—
Area (en m ²)	0.16	0.16
Cover	100	100
Number of species	2	3
Inventory number	1	2
<i>Fissidens polyphyllus</i>	5.5	.
<i>Asplenium marinum</i>	1.1	.
<i>Fissidens viridulus</i>	.	+
<i>Tortula latifolia</i>	.	+
<i>Weissia controversa</i>	.	+
Inventory dates:		
— 1: 16-V-1991	— 2: 20-IV-1991	

TABLE IV

Lichens of the roof of the cave

Altitude	18	15
Slope	0	20
Aspect	S	SO
Area (m ²)	4.4	0.4
Cover	95	80
Number of species	4	2
Inventory number	1	2
<hr/>		
<i>Sclerophyton circumscriptum</i>	4.1	3.2
<i>Lecanactis granulosa</i> var. <i>monstrosa</i>	2.2	1.2
<i>Opegrapha</i> sp.	+	.
<i>Dirina massiliensis</i>	+	.
Inventory dates:		
— 1: 5-VII-1989	— 2: 20-XII-1990	

CONCLUSIONS

23 cryptogamic taxa were recorded in the Punta Queixal cave. Most of these were bryophytes: of these, *Fissidens exilis*, *Fissidens minutulus*, *Heterocladium dimorphum* and *Tortula latifolia* are new to the bryological flora of Galicia. Five lichens were collected, including *Lecanactis granulosa* var. *monstrosa*, *Sclerophyton circumscriptum* and *Dirina massiliensis*; these are also new species for the region. The fern *Asplenium marinum* was also recorded. The wide distribution of the alga *Hildenbrandia* and its extension to the supralittoral zone, although only in crevices and on very wet walls, is of particular interest. Cyanophytes of the genus *Chroococcus* occurred on the floor of the cave.

LIST OF SPECIES

Algae

- Chroococcus* sp.
Hildenbrandia prototypus Nardo
Lyngbya sp.

Lichens

- Dirina massiliensis* Durieu et Mont.
Lecanactys grumulosa (Duf.) Fries var. *monstrosa* (Bagl.) Egea et
 Torrente
Opoglyphis sp.
Sclerophyton circumscriptum (T. Tayl.) Zahlbr.
Verrucaria striatula Wahlenb.

Bryophytes

- Calypogeia arguta* Nees & Mont.
Fissidens adiantoides Hedw.
Fissidens exilis Hedw.
Fissidens minutulus Sull.
Fissidens polyphyllus Wils. ex B. S. G.
Fissidens serrulatus Brid.
Fissidens viridulus (Sw.) Wahlenb.
Fossombronia angulosa (Dicks.) Raddi
Heterocladium dimorphum (Brid.) B. S. G.
Pottia sp.
Tortula latifolia Bruch ex Hartm.
Trichostomum brachydontium Bruch
Trichostomum crispulum Bruch
Weissia controversa Hedw.

Pteridophyte

- Asplenium marinum* L.

BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- BESCANSA, F.
 1948 Herborizaciones algológicas. La Coruña.
 CARBALLEIRA, A.; DEVESA, R. & UCIEDA, F.
 1983 Bioclimatología de Galicia. Ed. Fundación Barrié de la Maza, La Coruña.
 DOBAT, K.
 1970 Considerations sur la végétation cryptogamique des grottes du Jura Souabe (sud-ouest de l'Allemagne). *Annales de Spéléologie* 25(4): 872-907.
 GONZALEZ, J. M^a.; LOSADA, A. & MARTIN, J.
 1990 Flora briofítica de las cavidades volcánicas de las islas Canarias: El Hoyo de la Sima (La Palma). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. Tomo 46-II: 433-436. adrid.
 I. G. M. E.
 1981 Mapa Geológico de España: Noya (Hoja 119). Instituto Geológico y Minero de España. Servicio de Publicaciones. Ministerio de Industria y Energía.

JAMES, R. W.; HAWKSWORTH, D. L. & ROSE, F.

1977 Lichen Communities in the British Isles: A Preliminary Conspectus. In: *Lichen Ecology*. Ed. SEAWARD, M. R. D., pp. 295-413. Academic Press, London.

REINOSO, J.; RODRIGUEZ, J. & VIERA, M.^a C.

1991 Precissions on the ecology and chorology of *Schistostega pennata* (Hedw.) Wess. et Mohr. in the Iberian Peninsula. Lazaroa.

RIVAS-MARTINEZ, S.

1987 Memoria del mapa de las series de vegetación de España. Ed. I. C. O. N. A. Madrid.

CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO CARIOLÓGICO DEL GÉNERO *RANUNCULUS* EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

SECCIONES *PHYSOPHYLLUM* FREYN Y *HECATONIA*
(LOUR.) DC.

J. C. DIOSDADO & J. E. PASTOR

Departamento de Biología Vegetal, Universidad de Sevilla

Recibido el 23-VII-92.

RESUMEN

Se realiza un estudio cariológico de las especies *R. bullatus* L. y *R. sceleratus* L. en la Península Ibérica, pertenecientes a las secciones *Physophyllum* y *Hecatonia* respectivamente. Se incluyen cariogramas e idiogramas de ambos taxones. Se establecen relaciones, desde el punto de vista cariológico, con otros subgéneros o secciones dentro de *Ranunculus*.

ABSTRACT

A karyological study of *R. bullatus* L. and *R. sceleratus* L. from the Iberian Peninsula has been made. These species belong to the sections *Physophyllum* and *Hecatonia* respectively. Karyograms and idiograms are given. From the karyological data relationships have been established with other subgenus or sections.

MATERIAL Y METODOS

Las observaciones de las meiosis se realizaron a partir de botones florales fijados en el campo con líquido de Farmer, alcohol etílico-cloroformo-ácido acético en proporción 6:3:1 (LÖVE & LÖVE, 1975b), durante 24 horas, tras las cuales se pasaron a alcohol etílico al 70% donde se conservaron hasta su tinción. Esta se realizó con carmín clorhídrico etílico (SNOW, 1963) durante 72 horas. Posteriormente las anteras se montaron por aplastamiento en ácido acético al 45%.

Los estudios de cromosomas en mitosis se llevaron a cabo en meristemos radicales de plantas cultivadas en el jardín experimental del Departamento de Biología Vegetal y Ecología de la Facultad de Biología de Sevilla. Este material fue pretratado con 8-hidroxiquinoleína 0.002 M. (TJIO & LEVAN, 1950) a $4 \pm 2^\circ \text{C}$ durante 3-4 horas. A continuación se fijaron en Carnoy (LÖVE & LÖVE, 1975b) durante 24 horas, y después se conservaron en alcohol al 70 %. La tinción se realizó con carmín clorhídrico etílico durante 48-72 horas. El montaje se efectuó en ácido acético al 45 %.

Para la morfología de los cromosomas se ha considerado la clasificación de LEVAN *et al.* (1964). Para la clasificación de los cromosomas por su tamaño se ha seguido a STEBBINS (1938). La asimetría de los cariotipos se define de acuerdo con las indicaciones de STEBBINS (1971), utilizándose además los índices de asimetría (A_1 y A_2) propuestos por ROMERO ZARCO (1986). El índice A_1 es una estimación de la asimetría intracromosómica debida a la relación entre los brazos de cada par de cromosomas homólogos; y el A_2 muestra la asimetría debida a la variación de tamaño en los cromosomas del cariotipo.

En todos los casos, los ejemplares utilizados se indican por medio del número de pliego con que se conservan en el Herbario del Departamento de Biología Vegetal y Ecología de la Facultad de Biología de Sevilla (SEV).

Sect. **PHYSOPHYLLUM** Freyn

Esta sección está integrada por plantas vivaces, con raíces fibrosas y tuberosas. Hojas basales crenadas. Flores con 5-12 pétalos amarillos, sobre pedúnculos escapiformes y de floración otoñal.

Está constituida por una especie, *R. bullatus* L., distribuida por la región mediterránea, localizándose en la Península Ibérica en zonas de clima cálido.

DE CANDOLLE (1824) describió la sect. *Ranunculastrum* compuesta por plantas con carpelos comprimidos y raíces engrosadas: «Carpella laevia compressa in spica digesta. Radix grumosa» donde incluyó a *R. bullatus*. Dicho criterio fue mantenido por otros autores como GRENIER & GODRON (1848) o DEL AMO Y MORA (1878). Posteriormente, FREYN (1880) describió la sect. *Physophyllum*, formada únicamente por *R. bullatus* L. y caracterizada

por su fructificación ovada, carpelos poco comprimidos y flores de 5-12 pétalos; separándola de la sect. *Ranunculastrum* que presenta flores de 5 pétalos, fructificación elipsoidea y carpelos muy comprimidos lateralmente. Este criterio ha sido mantenido por autores posteriores; ROUY & FOUCAUD (1893), TUTIN (1964) y permanece vigente actualmente como han indicado LÓPEZ GONZÁLEZ (1986) y VALDÉS (1987), entre otros.

R. bullatus L., *Sp. Pl.*: 550 (1753)

Material estudiado: CÁDIZ, La Barca de la Florida, 19-11-1988, *Diosdado* (SEV 128099), $n = 8$ y $2n = 16$. Cuartillo, cunetas, 19-11-1988, *Diosdado* (SEV 128100), $n = 8$ y $2n = 16$. Jerez de la Frontera, Estella del Marqués, pinares, 15-10-1988, *Diosdado* (SEV 128101), $2n = 16$. Zahara de la Sierra, 25-11-1988, *García* (SEV 128102), $2n = 16$. MÁLAGA, Montejaque, presa, 15-3-1989, *Diosdado & García* (SEV 128104), $2n = 16$. SEVILLA, Coripe, Peñón de Zaframagón, 15-3-1989, *Diosdado & García* (SEV 128103), $n = 8$ y $2n = 16$.

El número gamético coincide con el de PASTOR & col. (1988) con material de Villanueva del Río (Sevilla).

El número somático corrobora, a su vez, los datos de diversos autores como LANGLET (1932) para material de la variedad «flore plena» sin especificar procedencia del mismo; BARROS NEVES (1944) en poblaciones portuguesas de Beira Litoral; MARCHI (1971) con plantas de origen italiano (Cagliari); SCRUGLI & MOSSA (1971 y 1972) para poblaciones de Cerdeña de las variedades *supranudus* (Jord. & Fourr.) Maire y *plantagineus* (Jord. & Fourr.) Maire; GOEPFERT (1974) en material cultivado procedente del Jardín Botánico de Coimbra y VALDÉS-BERMEJO (1980) con plantas de Aznalcázar (Sevilla).

El estudio de las meiosis revela la formación regular de 8 bivalentes en diacinesis.

En mitosis, los cromosomas presentan un tamaño aparente que oscila entre 3,93 y 7,50 μm en las poblaciones gaditanas de La Barca de la Florida y Cuartillo, considerándose entre medianamente pequeños y medianamente grandes. La asimetría es del tipo 3A y los índices de asimetría tienen los valores $A_1 = 0,45$ y $A_2 = 0,20$.

En la población de Cuartillo (Cádiz, SEV 128100) los cromosomas se aparean siguiendo la fórmula (Fig. 1, A): $2M + 4m + 6sm + 2(sm-st) + 2t^{sat}$.

En la muestra procedente de Coripe (Sevilla, SEV 128103) el tamaño aparente de los cromosomas variaba entre 4,19 y 7,26 μm , son por ello entre medianamente pequeños y medianamente grandes. Los índices de asimetría son en esta población, $A_1 = 0,46$ y $A_2 = 0,20$.

La fórmula del cariograma para esta población es (Fig. 1, B): $2(M-m) + 4m + 6sm + 2st^{sat} + 2t^{sat}$.

De ocho metafases estudiadas se han calculado los valores medios de los brazos en cada par, resultando el idiograma que presenta la fórmula: $2(M-m) + 4m + 4sm + 2(sm-st) + 2(sm-st)^{sat} + 2t^{sat}$.

BARROS NEVES (1944) indicó un cariotipo con 6 cromosomas satelizados, 4 presentaban satélites en el brazo corto y 1 par en el brazo largo. SCRUGLI & MOSSA (1971 y 1972) señalaron la existencia de 4 cromosomas satelizados, un par telocéntrico (t) y otro con centrómero entre la región media y subterminal (sm-st). VALDÉS-BERMEJO (1980) observó dos pares satelizados en material de Sevilla. MARCHI (1971) no reflejó la existencia de satélites.

En los cariotipos obtenidos en el presente estudio, para material andaluz, se ha encontrado un par satelizado correspondiente a cromosomas telocéntricos (t) en todas las poblaciones. Sólo en la muestra procedente de Coripe (Sevilla) se han observado satélites también en un par de cromosomas subteloecéntricos (st). La ausencia o presencia de satélites en número variable debe quizás atribuirse al método empleado.

SCRUGLI & MOSA (1971 y 1972) indicaron unas posiciones relativas de centrómero que, según la terminología de LEVAN & col. (1964), darían un idiograma formado por 6 cromosomas metacéntricos con el centrómero en el punto o región media (M y m), 2 submetacéntricos (sm), 4 subteloecéntricos (st), 2 submetacéntricos-subteloecéntricos (sm-st) y 2 telocéntricos (t). Posteriormente VALDÉS-BERMEJO (1980) indicó un cariograma formado por 6 cromosomas metacéntricos y 8 subteloecéntricos. El idiograma del presente estudio es más afín a los resultados de SCRUGLI & MOSSA (l. c.) aunque con una leve tendencia hacia valores más simétricos.

De acuerdo con los resultados obtenidos con material de Andalucía y los indicados por otros autores, *R. bullatus* debe considerarse como un taxón diploide con número básico $x = 8$.

El tamaño aparente de los cromosomas oscila en conjunto entre $3,9 \mu\text{m}$ del cromosoma más pequeño y $7,5 \mu\text{m}$ del más grande, tratándose por tanto de cromosomas entre medianamente pequeños y medianamente grandes. Estos valores coinciden con los expuestos por VALDÉS-BERMEJO (1980) aunque son mayores a los obtenidos por SCRUGLI & MOSSA (1972). La asimetría es del tipo 3A en todas las poblaciones.

De las placas metafásicas observadas se deduce que en el cariotipo de *R. bullatus* predominan los cromosomas submetacéntricos con el centrómero en la región submedia (sm) con un 33,5% y los metacéntricos con el centrómero en la región media (m) con un 25%. Siguen los subteloacéntricos con el centrómero en la región subterminal (st) con el 16,5%. Los telocéntricos con el centrómero en la región terminal (t) y los metacéntricos con el centrómero en el punto medio (M) presentan un 12,5% cada uno. En conjunto el cariograma resulta muy simétrico pues los cromosomas metacéntricos y submetacéntricos constituyen el 71%.

Los resultados obtenidos permiten establecer una relación de *Physophyllum* con las secciones *Ranunculastrum* DC. (DIOSDADO & PASTOR, 1990) y con las especies vivaces de la sección *Chrysanthé* (Spach) L. Benson (DIOSDADO & PASTOR, 1992).

Atendiendo a la morfología de los sistemas radicales, DAVIS (1960) en la flora de Turquía relacionó a las secciones *Ranunculastrum*, *Physophyllum* y algunas especies vivaces de la sección *Chrysanthé* incluyéndolas en el grupo Grumosi, el cual estaba formado por los ranúnculos perennes provistos de raíces dimórficas, fibrosas y tuberosas.

Posiblemente, las secciones *Ranunculastrum* y *Chrysanthé* surgiendo de un ancestro común han seguido distintas ramas evolutivas, aunque han mantenido una gran similitud en sus cariogramas (GOEPFERT, 1974). La sección *Physophyllum* probablemente haya quedado aislada de la línea evolutiva de la sección *Ranunculastrum* al presentar una floración otoñal (DIOSDADO & PASTOR, 1990).

Sect. **HECATONIA** (Lour.) DC.

Esta sección está formada por las especies anuales y bienales, de flores amarillas y numerosos aquenios de pequeño tamaño, con caras más o menos rugosas transversalmente.

En Flora Ibérica LÓPEZ GONZÁLEZ (1986) incluye en esta sección a *R. sceleratus* L. y *R. batrachioides* Pomel subsp. *brachypodus* G. López. Sin embargo, *R. batrachioides* muestra una posición taxonómica incierta ya que há sido incluido en distintas secciones. En la sección *Hecatonia* (Lour.) DC. al presentar numerosos aquenios menores de 1 mm (LOPEZ GONZALEZ, l. c.); en la sección *Flammula* (Webb ex Spach) Freyn al ser sus hojas lineares enteras, el receptáculo glabro y los aquenios poco comprimidos y de pico corto (TUTIN, 1964) o en la sección *Leucoranunculus* Boiss. por presentar pétalos con foseta nectarífera desnuda, flores blancas y aquenios lisos (MAIRE, 1964).

R. batrachioides presenta idiograma, grado e índices de asimetría similares a las demás especies de la sección *Flammula*, por lo que desde el punto de vista cariológico deben ser incluidos en dicha sección (DIOSDADO & PASTOR, 1991).

Por tanto se considera que *R. sceleratus* L. es el único integrante de la sección *Hecatonia* en la Península Ibérica. Es un taxón subcosmopolita que se distribuye principalmente por las zonas templadas y frías del Hemisferio Norte.

R. sceleratus fue descrito por LINNEO (1753) con hojas inferiores lobadas y aquenios oblongos. LOUREIRO (1790) describió el género *Hecatonia* e incluyó a *R. sceleratus* sub *Hecatonia palustris*. DE CANDOLLE (1824) consideró a *Hecatonia* como una sección de *Ranunculus* que agrupaba a numerosas especies con «carpella laevis ovato-subrotunda in capitulum subrotundum digesta, radix fibrosa». GRENIER & GODRON (1848) aceptaron *Hecatonia* como sección de *Ranunculus*, limitándola a *R. sceleratus* siguiendo la idea de LOUREIRO (l. c.). Este criterio ha sido adoptado por la mayoría de autores posteriores, como FREYN (1880), L. BENSON (1940), MAIRE (1964), TUTIN (1974), LÓPEZ GONZÁLEZ (1986) o VALDÉS (1987).

***R. sceleratus* L., Sp. Pl.: 551 (1753)**

Material estudiado: HUELVA, Almonte, El Rocío, 19-4-1990, Diosdado & Vioque (SEV 128238), 2n = 32. SEVILLA, Puebla del

Río, Venta del Cruce, alrededores de una acequia, 6-4-1987, *Díaz & López Linero* (SEV 128239), $2n = 32$. Isla Menor, 15-4-1989, *Diosdado & García* (SEV 128240), $2n = 32$. TARRAGONA, San Carlos de la Rápita, arrozales, 11-6-1989, *Diosdado & Sosa* (SEV 128241), $2n = 32$.

El número somático, $2n = 32$, coincide con el de la mayoría de los autores, aunque algunos también han indicado $2n = 16$ y $2n = 64$. LANGLET (1936) observó $2n = 32$ en plantas de Estocolmo. COONEN (1939) encontró $2n = 32$ en poblaciones de origen desconocido. BARROS NEVES (1944) también obtuvo 32 cromosomas en material procedente del Jardín Botánico de Lisboa. FELFÖLDY (1947) señaló $2n = 32$ en muestras de Hungría. KURITA (1955, 1960a: 53, 1960b y 1961) y COOK (1963) encontraron asimismo 32 cromosomas en plantas de origen no especificado. GADELLA & KLIPHUIS (1967) indicaron en varias poblaciones holandesas $2n = 16$ y 32. PODLECH & DIETERLE (1969) señalaron $2n = 32$ con material de Afganistán. MULLIGAN & PORSILD (1969) indicaron $2n = 64$ para la subsp. *multifidus* (Nutt.) Hultén. SCOTT (1974) $2n = 32$ y GOEFFERT (1974) $2n = 32$ y 64, todos ellos en poblaciones canadienses. BELAEVA & SIPLIVINSKY (1976) y AGAPOVA (1980) señalaron $2n = 32$ en material de la U. R. S. S. Asimismo, KAPOOR (1981 y 1982), STRID & FRANZÉN (1981), LÖVE & LÖVE (1975 y 1982), AMADEI & col. (1983) y D'OVIDIO & col. (1986) hallaron $2n = 32$ en poblaciones de Canadá, Grecia, Rusia e Italia, respectivamente. Por su parte, YURTSEV & ZHUKOVA (1982) y KRASNIKOV & SCHAULO (1986) encontraron $2n = 64$ para muestras de la U. R. S. S.

De acuerdo con la bibliografía consultada, son los primeros datos cariológicos de *R. sceleratus* obtenidos con material peninsular.

En la muestra de Isla Menor (Sevilla, SEV 128240), el tamaño aparente de los cromosomas oscila entre 1,53 y 4,96 μm , considerándose entre pequeños y medianamente pequeños. La asimetría es del tipo 2B y los índices de asimetría presentan los valores: $A_1 = 0,48$ y $A_2 = 0,32$.

En esta población se ha obtenido un cariograma, que presenta la siguiente fórmula (Fig. 1, C): $14m + 2(m\text{-sm}) + 4sm + 4(sm\text{-st}) + 4st + 4\text{sat}$.

En las demás poblaciones se han observado tamaños de cromosomas, asimetrías y cariogramas similares a los reseñados.

Anteriormente, BARROS NEVES (1944) y KURITA (1960b) encontraron, para plantas tetraplóides, unas fórmulas muy similares a las del presente estudio. Sin embargo, GOEFFERT (1974) y KAPOOR (1981) indicaron, en muestras también tetraploides procedentes de Canadá, unas posiciones relativas del centrómero de donde resultan idiogramas más simétricos, con 13 pares de cromosomas con el centrómero mediano o submediano.

La sect. *Hecatonia* está representada en la Península Ibérica por *R. sceleratus*, taxón de número básico $x = 8$. Aunque han sido citados con anterioridad los niveles diploides, tetraploides y octoploides, en las muestras peninsulares estudiadas sólo se han encontrado plantas tetraploides. Posiblemente se trate de alotetraploides ya que los cromosomas no se pueden disponer en grupos de cuatro, por tamaño y morfología, y además COONEN (1939) encontró 16 bivalentes en diacinesis.

De las placas metafásicas observadas en esta sección se obtiene un predominio de cromosomas metacéntricos con el centrómero en la región media (m) que suponen el 47%, siguen los subteloicéntricos con el centrómero en la región subterminal (st) y los submetacéntricos con el centrómero en la región submedia (sm), que constituyen un 31 y 22% respectivamente.

De acuerdo con KURITA (1961), COOK (1963) o GOEFFERT (1974), *R. sceleratus* tiene los cromosomas de menor tamaño del género junto con los ranúnculos acuáticos (subg. *Batrachium*).

La presencia de costillas transversales en los aquenios es, quizás, el carácter más importante del subg. *Batrachium*. En el caso de *R. sceleratus*, también muestra aquenios con caras laterales más o menos rugosas transversalmente y una peridermis cuya anatomía recuerda a la de los ranúnculos acuáticos (COOK, 1963), por lo que se tiende a establecer una relación entre los orígenes de la sect. *Hecatonia* y subg. *Batrachium* (GOEFFERT, 1974).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado con cargo al proyecto de la CAICYT 85-0366.

BIBLIOGRAFIA

- AGAFOVA, N. D.
 1980 In A. LÖVE (ed.) IOPB Chromosome number reports, LXIX. *Taxon* 29: 703.
- AMADEI, A.; GIORDANI & P. E. TOMEI
 1933 Numeri cromosomici per la flora italiana: 941-947. *Inform. Bot. Ital.* 15: 39-43.
- BARROS NEVES, J. DE
 1944 Contribuição para o estudo cariosistemático das espécies portuguesas do género *Ranunculus* L. *Diss., Univ. Coimbra*, 1-200.
- BELAEVA, V. A. & V. N. SIPLIVINSKY
 1976 Chromosome numbers and taxonomy of some species of Baikal flora, II. *Bot. Zur.* 61: 873-880.
- BENSON, L.
 1936 Pacific states *Ranunculi*, I & II. *Amer. J. Bot.* 23: 26-33, 169-176.
- COOK, C. D. K.
 1963 Studies on *Ranunculus* L. subgenus *Batrachium* (DC.) A. Gray, II. General morphological considerations in the taxonomy of the subgenus. *Watsonia* 5: 294-303.
- COONEN, L. P.
 1939 The chromosomes of *Ranunculus*. *Amer. J. Bot.* 26: 48-58.
- DE CANDOLLE, A. P.
 1824 *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis*, 1. Paris.
- DEL AMO Y MORA, M.
 1872 *Flora fanerogámica en España y Portugal*, 1. Granada.
- DIOSDADO, J. C. & PASTOR, J. E.
 1990 Estudio cariosistemático del Género *Ranunculus* L. sect. *Ranunculastrum* DC. en la Península Ibérica. *Lagascalia* 16: 269-290.
 1991 Estudio citotaxonómico del Género *Ranunculus* L. sect. *Flammula* (Webb ex Spach) Freyn en la Península Ibérica. *Candollea* 46: 303-313.
 1992 Citotaxonomía de las especies vivaecs del Género *Ranunculus* L. sect. *Chrysanthe* (Spach) L. Benson en la Península Ibérica. *Candollea* 47: 555-576.
- D'OVIDIO, R.; P. MARCHI & L. VISONA
 1986 Numeri cromosomici per la flora italiana: 1053-1063. *Inform. Bot. Ital.* 18: 145-152.
- WELFÖLDY, L. J.
 1947 Chromosome numbers of certain Hungarian plants. *Arch. Biol. Hung.* 17: 101-103.
- FREYN, J. F.
 1880 *Ranunculus* L., en H. M. WILLKOMM & J. LANGE (eds.) *Prodromus Florae Hispanicae*, 3. Stuttgart.
- GADELLA, T. W. J. & K. KLIPHUIS
 1967 Chromosome numbers of flowering plants in the Netherlands III. *Koninkl. Nederl. Akademie Wet. Amsterdam, Proc. Ser. C*, 70: 7-20.

GOEFFERT, D.

- 1974 Karyotypes and DNA content in species of *Ranunculus* L. and related genera. *Bot. Not.* 127: 464-489.

GRENIER, J. & D. GODRON

- 1848 Flore de France, 1. Paris.

KAPOOR, B. M.

- 1981 Karyomorphological studies in some species of *Ranunculus*. *Phyton* 41: 153-164.

KAPOOR, B. M.

- 1982 In A. LÖVE (ed.) IOPB Chromosome number reports, LXXIV. *Taxon* 31: 119-120.

KRASNIKOV, A. A. & D. N. SCHAULO

- 1986 Chromosome numbers of some representatives of the families *Apiaceae* and *Ranunculaceae* from South of Siberia. *Bot. Zur.* 71: 116-117.

KURITA, M.

- 1955 Cytological studies in *Ranunculaceae*. I. The karyotype analysis in the Genus *Ranunculus*. *Bot. Mag. Tokio* 68: 94-97.

- 1960a Chromosome studies in *Ranunculaceae*. XVI. Comparaison of an aspect of nucleus and chromosome between several genera. *Mem. Ehime Univ., Sect. II, Sci.* 4: 53-58.

- 1960b Chromosome studies in *Ranunculaceae*. XVII. Karyotypes of some species. *Mem. Ehime Univ., Sect. II, Sci.* 4: 59-66.

- 1961 Chromosome studies in *Ranunculaceae*. XIX. Chromosome size in *Ranunculus* species on the eight-chromosomes series. *Mem. Ehime Univ., Sect. II, Sci.* 4: 264-268.

LANGLET, O. F. J.

- 1932 Ueber chromosomenverhaeltnisse und systematik der *Ranunculaceae*. *Svensk. Bot. Tidskr.* 26: 381-400.

LEVAN, A.; K. FREDGA & A. A. SANDBERG

- 1964 Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* 52: 201-220.

LINNEO, C.

- 1753 *Species Plantarum*, 1. Holmiae.

LÓPEZ GONZÁLEZ, G.

- 1986 *Ranunculus* L. [excluidos subgénero *Batrachium* (DC.) A. Gray y secciones *Ranunculus* y *Ranunculastrum* DC.], en S. CASTROVIEJO & col. (eds.). *Flora Ibérica* 1: 298-301 y 310-353.

LOUREIRO, J. DE

- 1790 *Flora conchinchinensis*, 1. Lisboa.

LÖVE, A. & D. LÖVE

- 1975a In A. LÖVE (ed.) IOPB Chromosome number reports, L. *Taxon* 24: 673-675.

- 1975b *Plant chromosomes. Vaduz.*

- 1982 In A. LÖVE (ed.) IOPB Chromosome number reports, LXXIV. *Taxon* 31: 120-126.

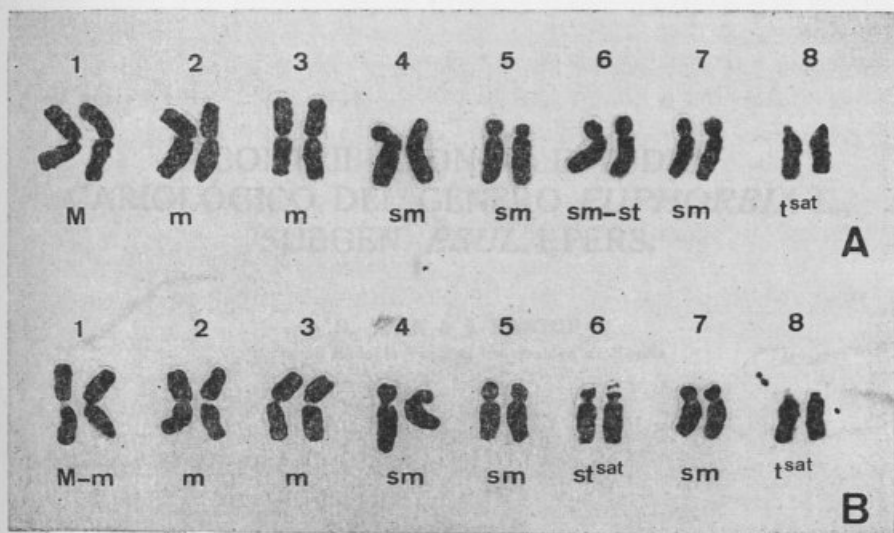
MAIRE, R.

- 1964 *Flore de l'Afrique du Nord*. 11: 112-197. Paris.

- MARCHI, P.
1971 Numeri cromosomici per la flora italiana: 46-56. *Inform. Bot. Ital.* 3: 82-94.
- MULLIGAN, G. A. & PORSILD, A. E.
1969 Chromosome numbers of some plants from the unglaciated central Yukon plateau, Canada. *Canad. Jour. Bot.* 47: 655-662.
- PASTOR, J.; I. FERNANDEZ & M. J. DIEZ
1988 Números cromosómicos para la flora española: 528-543. *Lagasalia* 15: 124-129.
- PODLECH, D. & A. DIETERLE
1969 Chromosomenstudien an afghanischen Pflanzen. *Candollea* 24: 185-243.
- ROMERO ZARCO, C.
1986 A new method for estimating karyotype asymetry. *Taxon* 35: 526-530.
- ROUY, G. & J. FOUCAUD
1893 *Flore de France*, 1.
- SCOTT, P. J.
1974 In A. LÖVE (ed.) IOPB Chromosome number reports, XLIII. *Taxon* 23: 194-195.
- SCRUGLI, A. & L. MOSSA
1971 Osservazioni cariologiche in *Ranunculus bullatus* L. della Sardegna. *Giorn. Bot. Ital.* 105: 201.
1972 Sulla esistenza di due varietà di *R. bullatus* L. Osservazioni cariologiche ed ecologiche su materiale della Sardegna. *Giorn Bot. Ital.* 106: 11-19.
- SNOW, R.
1963 Alcoholic hydrochloric acid-carmines as a stain for chromosomes in squash preparations. *Stain Technol.* 38: 9-13.
- STEBBINS, G. L.
1938 Cytological characteristics associated with the different growth habits in the dicotyledons. *Amer. J. Bot.* 25: 189-198.
1971 *Chromosomal evolution in higher plants*. London.
- STRID, A. & R. FRANZÉN
1981 In A. LÖVE (ed.) IOPB Chromosome number reports, LXXIII. *Taxon* 30: 829-843.
- TJIO, J. J. & A. LEVAN
1950 The use of oxyquinoleine in chromosome analysis. *Anal. Est. Exper. Aula Dei* 2: 21-64.
- TUTIN, T. G.
1964 *Ranunculus* L., in T. G. TUTIN & al. (eds.) *Flora Europaea*, 1: 223-237. Cambridge.
- VALDÉS, B.
1987 *Ranunculus* L., en B. VALDÉS & col. (eds.) *Flora Vasculare de Andalucía Occidental*, 1: 97-114. Barcelona.
- VALDÉS-BERMEJO, E.
1980 Números cromosomáticos de plantas occidentales: 55-63. *Anal. Jard. Bot. Madrid* 37: 193-198.

Fig. 1. — Cariogramas de *Ranunculus* A. E. *bullatus* (Cádiz, SEV 128100); B. E. *bullatus* (Sevilla, SEV 128105); C. E. *aceleratus* (Sevilla, SEV 128240).

Escala: 10 μm.



Se realizó un estudio taxonómico de los géneros del género *Ranunculus*, encontrándose gran variabilidad en número, tamaño y morfología de los cromosomas. La mayoría de las especies estudiadas son diploides con distintos

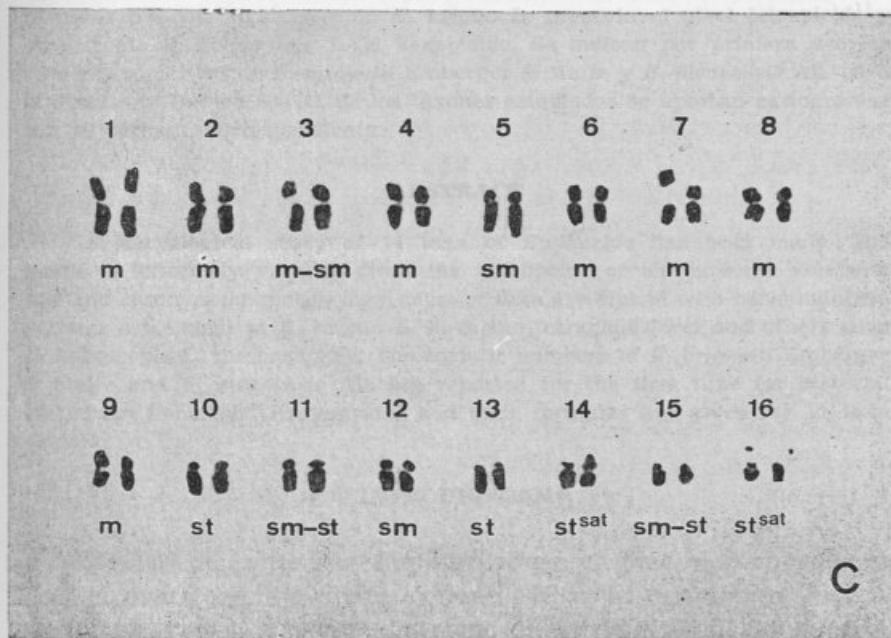


Fig. 1. — Cariogramas de *Ranunculus*. A, *R. bullatus* (Cádiz, SEV 128100). B, *R. bullatus* (Sevilla, SEV 128103). C, *R. sceleratus* (Sevilla, SEV 128240).

Escala: 10 μ m.

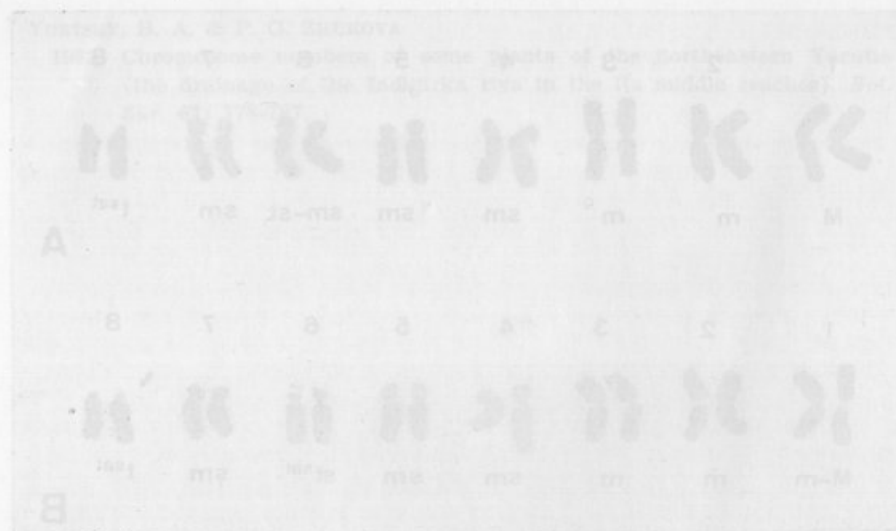


Fig. 1.—Cytograms de *Romuleulus*. A, *R. bellulus* (Cádiz, BEV 123100). B, *R. bellulus* (Seville, BEV 123103). C, *R. bellulus* (Seville, BEV 123210). Escala: 10 μ m.

CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO CARIOLÓGICO DEL GÉNERO *EUPHORBIA* L., SUBGÉN. *ESULA*; PERS.

R. JUAN & J. PASTOR

Dpto. de Biología Vegetal, Universidad de Sevilla.

Recibido el 31-VII-92.

RESUMEN

Se realiza un estudio cariológico de 14 táxones del género *Euphorbia*, encontrándose gran variabilidad en número, tamaño y morfología de los cromosomas. La mayoría de las especies estudiadas son diploides con distintos números básicos, algunas como *E. exigua* L. presenta el nivel tetraploide y otras como *E. helioscopia* L. el hexaploide. Se indican por primera vez los números somáticos de *E. briquetii* Emberger & Maire y *E. nicaeensis* All. para la Península Ibérica. De 11 de los táxones estudiados se aportan cariogramas con su fórmula correspondiente.

ABSTRACT

A karyological study of 14 taxa of *Euphorbia* has been made. The genus is extremely variable from the standpoint of chromosome numbers, size and chromosome morphology. Most of taxa are diploid with basic numbers various, some such as *E. exigua* L. have the tetraploid level and others such *E. helioscopia* L. the hexaploid. The somatic numbers of *E. briquetii* Emberger & Maire and *E. nicaeensis* All. are reported for the first time for material of Iberian Peninsula. Karyograms and their formulas are given for 11 taxa studied.

INTRODUCCIÓN

DENTRO de la familia *Euphorbiaceae*, el género *Euphorbia* es el más complejo desde el punto de vista cariológico, lo que se refleja tanto en el tamaño como en la morfología de los cromosomas, así como en la variabilidad de números básicos ($x = 6, 7, 8, 9$ y 10).

En el presente trabajo se estudian 44 poblaciones, de 14 táxones, pertenecientes al subgénero *Esula* Pers., formado por plantas anuales o perennes, erectas o ascendentes con hojas simétricas, alternas y sin estípulas y semillas con carúncula.

A nivel de familia existen aportaciones como la de PERRY (1943), HANS (1973) ó QUEIRÓS (1975), en los que se corrobora la complejidad antes mencionada de este género.

Ya referidos al mismo, hay trabajos como los de D'AMATO (1939, 1945 y 1946) y CESCA (1966) que se centran básicamente en observaciones embriológicas, y otros fundamentalmente en cariológicas, como los de BAUER (1968 y 1971) y GARCÍA & VALDÉS (1981).

Por último, existen otras aportaciones en las que se indican números cromosómicos aislados, como las de BJÖRKQVIST & al. (1969), DAHLGREN & al. (1971), LÖVE & KJELLQVIST (1974), DALGAARD (1986) ó LUQUE & DÍAZ LIFANTE (1991).

MATERIAL Y METODOS

Para el estudio de mitosis se han utilizado meristemos radicales obtenidos de la germinación de semillas, las cuales fueron tratadas con 8-hidroxiquinoleína 0,002 M (TJIO & LEVAN, 1950) durante 4 horas y fijados en Carnoy (LÖVE & LÖVE, 1975) durante un mínimo de 24 horas para pasarlos posteriormente a alcohol etílico al 70 %.

La tinción se efectuó con carmín-alcohólico-clorhídrico (SNOW, 1963), manteniéndose en dicho colorante durante 3 ó 4 días. Seguidamente se procedió a su preparación, que se ha realizado por aplastamiento en ácido acético al 45 %.

Para indicar la morfología de los cromosomas se ha seguido la terminología de LEVAN & al. (1964: 204). El tamaño aparente de los mismos y el grado de asimetría de los cariotipos se indica de acuerdo con STEBBINS (1938 y 1971), respectivamente.

Los testigos se conservan en el Herbario del Departamento de Biología Vegetal de la Facultad de Biología de Sevilla.

RESULTADOS

***Euphorbia serrata* L., Sp. Pl. 459 (1753)**

Material estudiado: ALMERÍA. Entre Albox y Huércal-Overa, 6.IV.1990, Juan & López (SEV 133041), 2n = 18.

El número somático observado coincide con el indicado por GARCÍA & VALDÉS (1981: 242) para plantas de Navarra y Sevilla, y CESCA (1966: 276) con material de Italia.

En la población estudiada (Fig. 1), la longitud de los cromosomas varía entre 2,21 y 3,95 μm , considerándose medianamente pequeños. Estos cromosomas pueden agruparse de la siguiente manera: 8 cromosomas metacéntricos con el centrómero en la región media (m), pares 5, 7, 8 y 9; 4 cromosomas metacéntricos-submetacéntricos con el centrómero situado entre la región media y submedia (m-sm), pares 4 y 6; 2 cromosomas submetacéntricos con el centrómero en la región submedia (sm), par 3; y 4 cromosomas subteloacéntricos con el centrómero en la región terminal (st), pares 1 y 2. Se observa la presencia de satélites en el par 6. La fórmula del cariograma es: $8m + 2(m-sm) + 2(m-sm)^{\text{sat}} + 2sm + 4st$.

La asimetría del cariotipo es 1A. Se trata de un taxon diploide con número básico $x = 9$.

***Euphorbia lagascae* Sprengel, Neue Entdeck. 2: 115 (1820)**

Material estudiado: ALMERÍA. Albox, 6.IV.1990, Juan & López (SEV 133042), $2n = 16$. Arboleas, 6.IV.1990, Juan & López (SEV 133043), $2n = 16$. El Ejido, 7.IV.1990, Juan & López (SEV 133044), $2n = 16$. SEVILLA. Sevilla, 4.IV.1990, Arista & Donaire (SEV 133045), $2n = 16$.

El número somático observado coincide con el indicado por PERRY (1943: 533) con material del Jardín Botánico de Bolonia y por GARCÍA & VALDÉS (1981: 242) para plantas de Hornachuelos. Así como con el número gamético $n = 8$ observado por D'AMATO (1946: 435) en material de Italia.

En la población de Sevilla (Fig. 2), el tamaño aparente de los cromosomas oscila entre 4,65 y 5,77 μm , tratándose por tanto de cromosomas medianamente pequeños y medianamente grandes. Se pueden agrupar de la siguiente forma: 2 cromosomas metacéntricos con el centrómero situado entre el punto medio y la región media (M-m), par 8; 4 cromosomas metacéntricos con el centrómero en la región media (m), pares 3 y 5; 4 cromosomas submetacéntricos con el centrómero en la región submedia (sm), pares 2 y 4; 2 cromosomas submetacéntricos-subteloacéntricos con

el centrómero entre la región submedia y subterminal (sm-st), par 7; y 4 cromosomas subtlococéntricos con el centrómero en la región subterminal (st), pares 1 y 6. Se observan satélites en los pares 3, 4 y 8. La fórmula del cariograma es: $2(M-m)^{sat} + 2m + 2m^{sat} + 2sm + 2sm^{sat} + 2(sm-st) + 4st$.

La asimetría del cariotipo es 4A. Se trata de un taxon diploide con número básico $x = 8$.

Euphorbia hirsuta L., Amoen. Acad. 4: 483 (1753)

Material estudiado: GRANADA. Motril, 7.IV.1990, Juan & López (SEV 133046), $2n = 14$.

El número cromosómico encontrado coincide con el indicado por BJÖRKQVIST & al. (1969: 274) para plantas de Fuengirola; QUEIRÓS (1975: 149) con material de Portugal; D'AMATO (1939: 483 y 1945: 86) con muestras de Italia y GARCÍA & VALDÉS (1981: 243) con plantas de Granada y Sevilla. Por otra parte, DALGAARD (1986: 86) indica $n = 14$ para una muestra de Gran Canaria que correspondería a un nivel tetraploide. El número somático $2n = 16$ indicado por PERRY (1943: 534) con material de Massachusetts, de acuerdo con D'AMATO (1946: 423), debe considerarse erróneo.

Se trata de un taxon diploide con número básico $x = 7$.

Euphorbia pterococca Brot., Fl. Lusit. 2: 312 (1804)

Material estudiado: CÓRDOBA. Estación de Hornachuelos, 4.IV.1990, Diosdado, Juan & Pastor (133047), $2n = 16$.

El número somático observado coincide con el indicado por PERRY (1943: 534) con material de Coimbra; QUEIRÓS (1975: 149) también con muestras de Portugal y GARCÍA & VALDÉS (1981: 243) para plantas de Sevilla, Cádiz, Huelva y Granada.

Se trata de un taxon diploide con número básico $x = 8$.

Euphorbia helioscopia L., Sp. Pl. 459 (1753)

Material estudiado: ALMERÍA. Purchena, 6.IV.1990, Juan & López (SEV 133048), $2n = 42$. El Chuche, 7.IV.1990, Juan & López (SEV 133049), $2n = 42$. GRANADA. Entre Guadix y Baza, 5.IV.1990, Juan & López (SEV 133050), $2n = 42$. Motril, 7.IV.1990,

Juan & López (SEV 133051), $2n = 42$. MÁLAGA. Málaga, 8.IV. 1990, *Juan & López* (SEV 133052), $2n = 42$.

El número cromosómico observado coincide con el indicado por otros autores anteriormente. Para la Península Ibérica, LÖVE & KJELLQVIST (1974: 165) lo indican con plantas de Jaén; QUEIRÓS (1975: 140) lo hace con diversas poblaciones de Portugal y GARCÍA & VALDÉS (1981: 244) con muestras de Sevilla, Cádiz, Málaga y Oviedo.

Se trata de un taxon hexaploide con número básico $x = 7$.

***Euphorbia medicaginea* Boiss., *Elcnchus* 82 (1838)**

Material estudiado: MÁLAGA. Rincón de la Victoria, 8.IV. 1990, *Juan & López* (SEV 133053), $2n = 16$. Málaga, 8.IV.1990, *Juan & López* (SEV 133054), $2n = 16$.

El número somático observado coincide con el único recuento anterior, indicado por GARCÍA & VALDÉS (1981: 244) para dos poblaciones de Cádiz.

La longitud de los cromosomas en la población de Málaga (Fig. 3) oscila entre 1,49 y 2,33 μm , considerándose pequeños y medianamente pequeños. Estos cromosomas pueden agruparse de la siguiente forma: 10 cromosomas metacéntricos con el centrómero situado en la región media (m), pares 3, 4, 6, 7 y 8; y 6 cromosomas submetacéntricos con el centrómero en la región submedia (sm), pares 1, 2 y 5. Se observa la presencia de satélites en los pares 1 y 4. La fórmula del cariograma es: $8m + 2m^{\text{sat}} + 4sm + 2sm^{\text{sat}}$.

La asimetría del cariotipo es 1A. Se trata de un taxon diploide con número básico $x = 8$.

***Euphorbia exigua* L., Sp. Pl. 456 (1753)**

Material estudiado: MÁLAGA. Rincón de la Victoria, 8.IV. 1990, *Juan & López* (SEV 133055), $2n = 24$. SEVILLA. Sevilla, 4.IV.1990, *Arista & Donaire* (SEV 133056), $2n = 24$.

El número cromosómico observado coincide con el indicado más frecuentemente por otros autores, como D'AMATO (1946: 435) con material de Italia; DAHLGREN & al. (1971: 254) en plantas

de las Islas Baleares; BAUER (1971: 167) con muestras de Polonia; QUEIRÓS (1975: 151) para plantas de Coimbra, a veces con la presencia de un supernumerario como en la población de Olhauva y GARCÍA & VALDÉS (1981: 245) con material de Sevilla, Granada, Cádiz, Almería y Navarra. Por otra parte, BAUER (l. c.) observa $2n = 16$ en algunas poblaciones de Polonia; PERRY (1943: 534) indica $2n = 28$ para plantas de Coimbra, al igual que SHIMOYAMA (1958, in LÖVE & LÖVE, 1961: 244) que además observó $2n = 56$. Por último D'AMATO (l. c.) indica $n = 13$ en plantas de Italia.

Para la población de Sevilla (Fig. 4), el tamaño aparente de los cromosomas varía entre 1,47 y 2,79 μm , considerándose por tanto, pequeños y medianamente pequeños. Los cromosomas se podrían agrupar de la siguiente forma: 4 cromosomas metacéntricos con el centrómero situado entre el punto medio y la región media (M-m), grupo 5; 10 cromosomas metacéntricos con el centrómero en la región media (m), grupos 3, 6 y parte del grupo 2; 6 cromosomas metacéntricos-submetacéntricos con el centrómero entre la región media y submedia (m-sm), grupo 4 y parte del 2; y 4 cromosomas submetacéntricos con el centrómero en la región submedia (sm), grupo 1. Se observa la presencia de satélites en parte del grupo 1 y constricciones secundarias en el mismo grupo. La fórmula del cariograma es: $4(M-m) + 10m + 6(m-sm) + 2sm + 2sm^{sat}$.

La asimetría del cariotipo es 1A. Se trata de un taxon complejo, que según la bibliografía consultada presenta tres números básicos, $x = 6, 7$ y 8 (QUEIRÓS, l. c.). Según GARCÍA & VALDÉS (l. c.), en España este taxon presenta dos niveles de poliploidía, con $x = 6$, que no guardan ninguna relación con su distribución geográfica, no existiendo tampoco diferencias morfológicas consistentes que pudieran utilizarse para separar las poblaciones diploides de las tetraploides. Así pues, las poblaciones estudiadas en el presente trabajo corresponden al nivel tetraploide, aunque como puede observarse en el cariograma existe una tendencia hacia la diploidización como se observa en los grupos 1 y 2.

Euphorbia peplus L., Sp. Pl. 456 (1753)

Material estudiado: ALMERÍA. Serón, 5.IV.1990, Juan & López (SEV 133057), $2n = 16$. El Chuche, 7.IV.1990, Juan & López (SEV 133058), $2n = 16$. El Ejido, 7.IV.1990, Juan & López (SEV

133059), $2n = 16$. CÁDIZ. Benalup de Sidonia, 22.III.1990, *Juan & Vioque* (SEV 133060), $2n = 16$. GRANADA. Puerto de La Mora, 5.IV.1990, *Juan & López* (SEV 133061), $2n = 16$. Baza, 5.IV.1990, *Juan & López* (SEV 133062), $2n = 16$. Motril, 7.IV.1990, *Juan & López* (SEV 133063), $2n = 16$. HUELVA. Hinojos, 30.III.1990, *Juan & Pastor* (SEV 133065), $2n = 16$. MÁLAGA. Rincón de la Victoria, 8.IV.1990, *Juan & López* (SEV 133066), $2n = 16$. Málaga, 8.IV.1990, *Juan & López* (SEV 133067), $2n = 16$.

El número somático observado coincide con el señalado anteriormente por diversos autores. Así, PERRY (1943: 534) lo indica con material de Coimbra; BJÖRKQVIST & al. (1969: 273) en una muestra de Fuengirola; DAHLGREN & al. (1971: 254) y CARDONA (1973: 18) con plantas de las Islas Baleares; LÖVE & KJELLQVIST (1974: 166) en una población de la Sierra de Cazorla; QUEIRÓS (1975: 151) con distintas muestras de Portugal; DALGAARD (1986: 86) con material de Gran Canaria y LUQUE & DÍAZ LIFANTE (1991: 352) con plantas de Granada.

La longitud aparente de los cromosomas para la población de El Ejido (Fig. 5), oscila entre 1,86 y 3,93 μm , considerándose pequeños y medianamente pequeños. Los cromosomas se pueden agrupar de la siguiente forma: 12 cromosomas metacéntricos con el centrómero en la región media (m), pares 1, 2, 3, 4, 5 y 6; y 4 cromosomas metacéntricos-submetacéntricos con el centrómero entre la región media y submedia (m-sm), pares 7 y 8. La fórmula del cariograma es: $12m + 4(m\text{-sm})$.

La asimetría del cariotipo es 1B. Puede considerarse un taxón diploide con número básico $x = 8$.

Euphorbia segetalis L., Sp. Pl. 458 (1753)

var. *segetalis*

Material estudiado: ALMERÍA. Cabo de Gata, 6.IV.1990, *Juan & López* (SEV 133068), $2n = 16$.

El número somático coincide con el indicado anteriormente por otros autores. Así, PERRY (1943: 534) lo indica con material de Coimbra; GADELLA & al. (1966: 486) en plantas de Castellón; DAHLGREN & al. (1971: 254) para muestras de Mallorca; QUEIRÓS (1975: 152) en distintas poblaciones de Portugal; FERNÁNDEZ

CASAS (1976: 93) con material de Málaga; DALGAARD (1986: 86) para plantas de Lanzarote y LUQUE & DÍAZ LIFANTE (1991: 353) en una población del Cabo de Gata.

En la población estudiada (Fig. 6), el tamaño aparente de los cromosomas varía entre 1,37 y 2,69 μm , considerándose cromosomas pequeños y medianamente pequeños. Los cromosomas pueden agruparse de la siguiente forma: 12 cromosomas metacéntricos con el centrómero en la región media (m), pares 2, 3, 4, 5, 6 y 8; y 4 cromosomas metacéntricos-submetacéntricos con el centrómero entre la región media y submedia (m-sm), pares 1 y 7. Se observa la presencia de satélites en el par 1, ya puesta de manifiesto por FERNÁNDEZ CASAS (l. c.). La fórmula del cariógrama es: $12m + 2(m-sm) + 2(m-sm)^{\text{sat}}$.

La asimetría del cariotipo es 1A. Se trata de un taxon diploide con número básico $x = 8$.

var. *pinea* (L.) Lange in Willk. & Lange, Prodr. Fl. Hisp. 3: 499 (1877)

Material estudiado: ALMERÍA. Entre Vera y Sorbas, 6.IV.1990, Juan & López (SEV 133069), $2n = 16$. Balanegra, 7.IV.1990, Juan & López (SEV 133070); $2n = 16$. Adra, 7.IV.1990, Juan & López (SEV 133071), $2n = 16$. GRANADA. Los Yesos, 7.IV.1990, Juan & López (SEV 133072), $2n = 16$. Motril, 7.IV.1990, Juan & López (SEV 133073), $2n = 16$.

El número cromosómico observado coincide con el indicado por PAVONE & al. (1981: 277) con material de Siracusa.

En la población de Los Yesos (Fig. 7), la longitud aparente de los cromosomas oscila entre 1,09 y 2,33 μm , tratándose de cromosomas pequeños y medianamente pequeños. La fórmula del cariógrama es: $14m + 2m^{\text{sat}}$.

La asimetría del cariotipo es 1A. Se trata pues de un taxon diploide con número básico $x = 8$.

Euphorbia briquetii Emberger & Maire, Pl. Maroc. Nov. 1: 5 (1929)

Material estudiado: ALMERÍA. Goñar, rambla, 6.IV.1990, Juan & López (SEV 133074), $2n = 14$.

Al parecer se trata del primer recuento cariológico de este taxon, para el que se ha encontrado el número cromosómico $2n = 14$.

En la población estudiada (Fig. 8), el tamaño aparente de los cromosomas varía entre 2,95 y 4,65 μm , considerándose medianamente pequeños y medianamente grandes. Los cromosomas podrían agruparse de la siguiente manera: 2 cromosomas metacéntricos con el centrómero situado entre el punto medio y la región media (M-m), par 6; 8 cromosomas metacéntricos con el centrómero en la región media (m), pares 1, 2, 4 y 7; y 4 cromosomas submetacéntricos con el centrómero en la región submedia (sm), pares 3 y 5. Se observa la presencia de satélites en el par 7. La fórmula del cariograma es: $2(M-m) + 6m + 2m^{\text{sat}} + 4sm$.

La asimetría del cariotipo es 2A. Puede considerarse como un taxon diploide con número básico $x = 7$.

***Euphorbia nicaeensis* All., Fl. Pedem. 1: 285 (1785)**

Material estudiado: CÁDIZ. Grazalema, 22.VII.1990, *Arista, Juan & Ortiz* (SEV 133075), $2n = 18$.

Al parecer se trata del primer recuento con material de la Península Ibérica y coincide con el indicado por PERRY (1943: 534) con plantas de New Jersey y NATARAJAN (1978: 529) en material de Francia.

En la población estudiada (Fig. 9), la longitud aparente de los cromosomas varía entre 3,72 y 5,07 μm , considerándose medianamente pequeños y medianamente grandes. Los cromosomas se podrían agrupar de la siguiente manera: 14 cromosomas metacéntricos con el centrómero en la región media (m), pares 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7; y 4 cromosomas metacéntricos-submetacéntricos con el centrómero entre la región media y submedia (m-sm), pares 8 y 9. Se observa la presencia de satélites en el par 4. La fórmula del cariograma es: $12m + 2m^{\text{sat}} + 4(m-sm)$.

La asimetría del cariotipo es 2A. Es pues, un taxon diploide con número básico $x = 9$.

***Euphorbia terracina* L., Sp. Pl. ed. 2, 654 (1762)**

Material estudiado: ALMERÍA. Purchena, 6.IV.1990, *Juan & López* (SEV 133076), $2n = 18$. Entre Albox y Zurgena, 6.IV.1990, *Juan & López* (SEV 133077), $2n = 18$. Entre El Alquian y La Cañada, 7.IV.1990, *Juan & López* (SEV 133078), $2n = 18$. Pechina, 7.IV.1990, *Juan & López* (SEV 133079), $2n = 18$. Punta del Sabi-

nar, 7.IV.1990, *Juan & López* (SEV 133080), $2n = 18$. Balanegra, 7.IV.1990, *Juan & López* (SEV 133081), $2n = 18$. CÁDIZ. Los Barrios, 22.III.1990, *Juan & Vioque* (SEV 133082), $2n = 18$. Chilana, 22.III.1990, *Juan & Vioque* (SEV 133083), $2n = 18$.

El número somático observado coincide con el indicado por PERRY (1943: 534) con material de Massachusetts; QUEIRÓS (1975: 153) en distintas poblaciones de Portugal; OLIVA (1978: 106) para muestras de Cádiz y Málaga; GARCÍA & VALDÉS (1981: 246) con plantas de Cádiz y Almería; PAVONE & al. (1981: 695) en material de Sicilia; DALGAARD (1986a: 86 y 1986b: 233) para plantas de Lanzarote y Madeira respectivamente y FIORINI & RAFFAELLI (1990: 419) con material de Túnez. Además, DALGAARD (l. c.) encuentra también $2n = 36$ para una de las poblaciones de Lanzarote.

En la población de Purchena (Fig. 10), el tamaño aparente de los cromosomas varía entre 1,37 y 2,19 μm . tratándose por tanto de cromosomas pequeños y medianamente pequeños. Se pueden agrupar de la siguiente forma: 16 cromosomas metacéntricos con el centrómero situado en la región media (m), pares 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 y 9; y 2 cromosomas metacéntricos-submetacéntricos con el centrómero entre la región media y submedia (m-sm), par 7. La presencia de satélites, ya puesta de manifiesto por FIORINI & RAFFAELLI (l. c.) entre tres parejas sin especificar, se observa en esta población en los pares 1 y 2. La fórmula del cariograma es: $12m + 4m^{\text{sat}} + 2(m\text{-sm})$.

La asimetría del cariotipo es 1A. Se trata de un taxon diploide con número básico $x = 9$.

Euphorbia amygdaloides L., Sp. Pl. 463 (1753)

Material estudiado: SALAMANCA. Entre Candelario y La Garganta, 2.VI.1990, *Díaz Lifante, Juan & Valdés* (SEV 133084), $2n = 20$.

Al parecer se trata del primer recuento con plantas españolas. El número cromosómico observado coincide con el indicado, más frecuentemente, por otros autores con material de muy distinta procedencia. QUEIRÓS (1975: 154) lo observa en plantas de Portugal; BAUER (1968: 81) indica además, el número gamético $n=10$ para algunas poblaciones de Polonia y observó la existencia de

mixoploidía ($2n = 40$) en 8 poblaciones de las 52 estudiadas. Por otra parte, el número cromosómico $2n = 18$ lo señalan entre otros PERRY (1943: 534) con material de Coimbra, apoyando el número gamético $n = 9$ observado por D'AMATO (1939: 500) con plantas de Italia. BAUER (l. c.) sugiere que el número cromosómico $2n = 18$ debe considerarse erróneo.

En la población estudiada (Fig. 11), la longitud aparente de los cromosomas oscila entre 2,86 y 4,42 μm , considerándose medianamente pequeños y medianamente grandes. Los cromosomas podrían agruparse de la siguiente forma: 2 cromosomas metacéntricos con el centrómero situado entre el punto medio y la región media (M-m), par 8; 10 cromosomas metacéntricos con el centrómero en la región media (m), pares 1, 2, 4, 6 y 10; 2 cromosomas metacéntricos-submetacéntricos con el centrómero entre la región media y submedia (m-sm), par 9; y 6 cromosomas submetacéntricos con el centrómero en la región submedia (sm), pares 3, 5 y 7. Se observa la presencia de satélites en los pares 3 y 7. La fórmula del cariograma es: $2(M-m) + 10m + 2(m-sm) + 2sm + 4sm^{sat}$.

BAUER (l. c.) estudia el tamaño y la morfología de esta especie, obteniendo un tamaño aparente que oscila entre 2 y 6 μm y la fórmula del cariograma que se obtiene a partir de las medidas dadas, siguiendo a LEVAN & al. (1964: 204), es: $4M + 10m + 2sm + 4st$.

La asimetría del cariotipo es 1A. Se trata pues de un taxon diploide con número básico $x = 10$.

DISCUSIÓN

Entre los táxones estudiados se han encontrado los números básicos $x = 6, 7, 8, 9$ y 10, predominando $x = 8$. Según PERRY (1943: 535), la presencia de la serie 8 en los géneros más primitivos, así como en la mayoría de las especies consideradas también primitivas del género *Euphorbia*, indicarían que $x = 8$ es el número básico primario para la familia y los restantes son números secundarios que se han originado por un aumento o disminución en la dotación cromosómica. Sin embargo, HANS (1973: 600) considera que $x = 7$ y 10 son los números básicos primarios para el género mientras que 6, 8 y 9 son los secun-



darios, basándose en que las especies poliploides son más frecuentes entre los que tienen número básico 7 y 10.

La presencia de poliploidía en el género parece bastante frecuente, siendo del 40 % aproximadamente según HANS (l. c.) y PERRY (1942, in PERRY, l. c.), quien además indica que dicho porcentaje aumenta entre las especies perennes, aunque en el presente estudio sólo se han observado el nivel hexaploide en *E. helioscopia* y el nivel tetraploide en *E. exigua* que corresponden a táxones anuales.

En los cariotipos estudiados se observa la variación existente en el tamaño de los cromosomas, que oscilan entre 1,09 y 5,77 μm , considerándose desde pequeños a medianamente grandes. PERRY (l. c.) establece un rango de 1-2 μm hasta 10-12 μm para toda la familia, presentándose los cromosomas más grandes en especies crasas del género *Euphorbia*. Entre los táxones aquí estudiados, *E. segetalis* var. *pinca* es el que presenta los cromosomas más pequeños, mientras que los mayores aparecen en *E. lagascae*.

La morfología de los cromosomas es igualmente variable, siendo *E. lagascae* la que presenta mayor diversidad. De las placas metafásicas observadas se deduce que los cromosomas metacéntricos son los más frecuentes. Así, los cromosomas metacéntricos con el centrómero situado en la región media (m), representan un 62,50 %, un 13,54 % los submetacéntricos con el centrómero en la región submedia (sm), un 13,54 % los metacéntricos-submetacéntricos con el centrómero entre la región media y submedia (m-sm), un 5,21 % los metacéntricos con el centrómero entre el punto medio y la región media (M-m), un 4,17 % los subtelo-céntricos con el centrómero situado en la región subterminal (st) y un 1,04 % los cromosomas submetacéntricos-subtelocéntricos con el centrómero entre la región submedia y subterminal (sm-st).

La presencia de satélites, ya indicada por autores como BAUER (1971) y FERNÁNDEZ CASAS (1976) es bastante frecuente en el género. Únicamente no se han encontrado en cuatro (*E. hirsuta*, *E. pterococca*, *E. helioscopia* y *E. peplus*) de los 14 táxones estudiados. Generalmente sólo aparece una pareja de cromosomas satelizados, no obstante, en *E. amygdaloides* y *E. medicaginea* se observan dos parejas y en *E. lagascae*, tres.

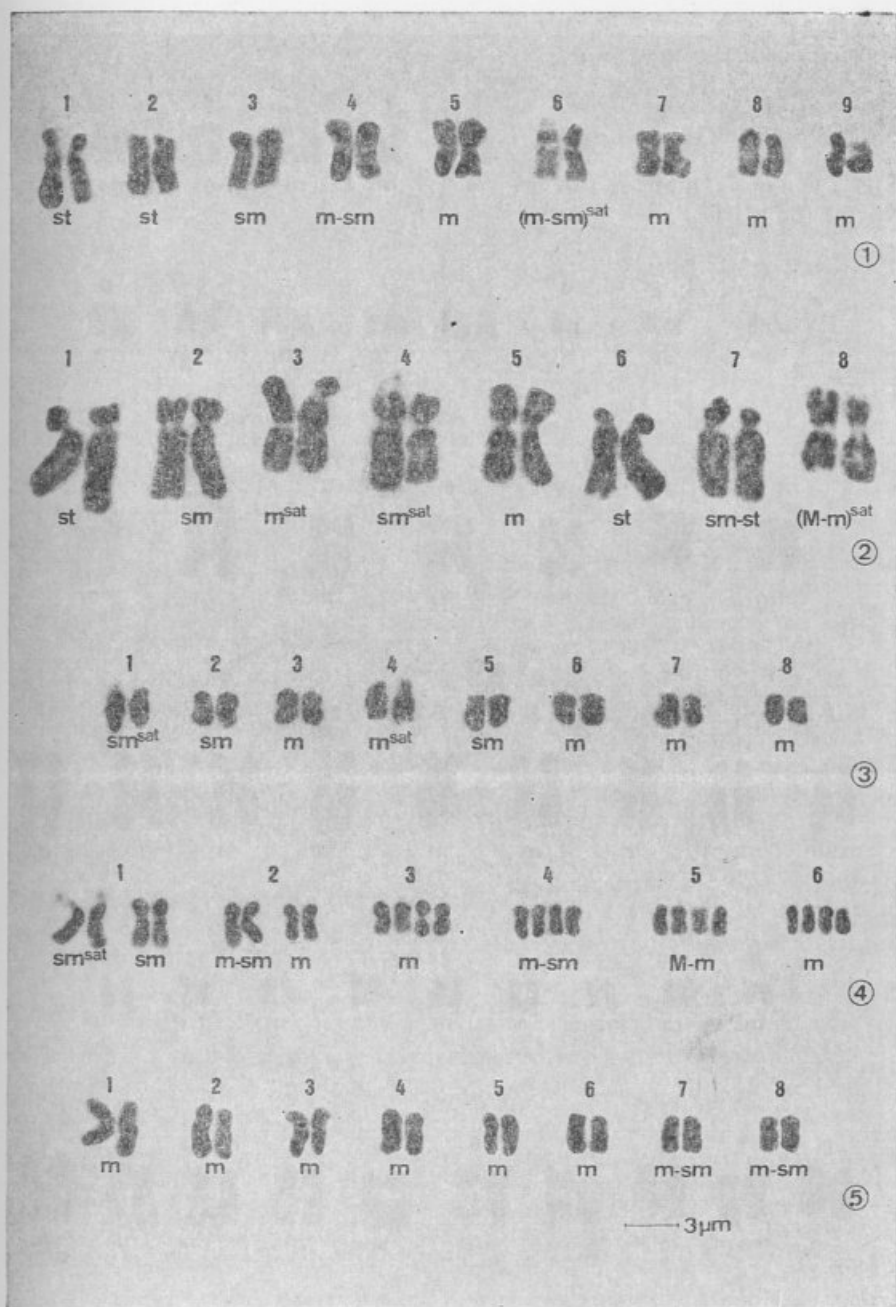
Menos frecuente es la existencia de constricciones secundarias, apareciendo exclusivamente en el grupo 1 de *E. exigua* sobre el brazo largo.

Por último, la asimetría de los cariotipos estudiados también es variable, siendo el tipo 1A el que aparece en la mayoría de los táxones. El tipo 1B se presenta en *E. peplus*, el 2A en *E. briquetii* y *E. nicaeensis* y el 4A en *E. lagascae*.

BIBLIOGRAFIA

- BAUER, Z.
 1968 Karyological studies in the genus *Euphorbia* L. I. *Euphorbia amygdaloides* L. *Acta Biol. Cracov., Sér. Bot.* 11: 77-86.
 1971 Karyological studies in the genus *Euphorbia* L. II. *Acta Biol. Cracov., Sér. Bot.* 14: 159-178.
- BJÖRKQVIST, I.; R. VON BOTHMER; O. NILSSON & B. NORDENSTAM
 1969 Chromosome number in Iberian Angiosperms. *Bot. Not.* 122: 271-283.
- CARDONA, M. A.
 1973 Contribution à l'étude cytotaxonomique de la flore des Baléares. I. *Acta Phytotax. Barcinon.* 14: 1-20.
- CESCA, G.
 1966 Cytological and embryological studies in the genus *Euphorbia*. *Boll. Soc. Bot. Italiana* 73: 273-279.
- D'AMATO, F.
 1939 Ricerche embriologiche e cariologiche sul genere «*Euphorbia*». *Nuovo Gior. Bot. Ital.* 46: 470-508.
 1945 Sul corredo cromosomico di *Euphorbia pubescens* Vahl. *Nuovo Gior. Bot. Ital.* 52: 86-87.
 1946 Nuovo ricerche embriologiche e cariologiche sul genere *Euphorbia*. *Nuovo Gior. Bot. Ital., N. S.* 53: 405-437.
- DAHLGREN, R.; T. KARLSSON & P. LASSEN
 1971 Studies on the flora of the Balearic Island I. Chromosome numbers in Balearic Angiosperms. *Bot. Not.* 124: 249-269.
- DALGAARD, V.
 1986a Chromosome studies in flowering plants from Macaronesia. *Anales Jard. Bot. Madrid* 43: 83-111.
 1986b Chromosome numbers in flowering plants from Madeira. *Willdenowia* 16: 221-240.
- FERNÁNDEZ CASAS, J.
 1976 Números cromosómicos de plantas españolas. III. *Lagasalia* 6: 91-96.
- FIORINI, G. & M. RAFFAELLI
 1990 Números cromosómicos de plantas occidentales, 602-607. *Anales Jard. Bot. Madrid* 47: 419-423.
- GADELLA, T. W. J.; E. KLIPHUIS & E. A. MENNEGA
 1966 Chromosome numbers of some flowering plants of Spain and S. France. *Acta Bot. Neerl.* 15: 484-489.
- GARCÍA, I. & B. VALDÉS
 1981 Números cromosómicos para la flora española, 225-239. *Lagasalia* 10: 241-247.

- HANS, A. S.
1973 Chromosomal conspectus of the *Euphorbiaceae*. *Taxon* 22 (5/6): 591-636.
- LEVAN, A.; K. FREDGA & A. A. SANDBERG
1964 Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* 52: 201-220.
- LÖVE, A. & E. KJELLQVIST
1974 Cytotaxonomy of spanish plants. IV. Dicotyledons: Caesalpinaceae-Asteraceae. *Lagasalia* 4: 153-211.
- LÖVE, A. & D. LÖVE
1961 Chromosome numbers of Central and Northwest European plant species. *Opera Bot.* 5: 1-581.
1975 *Plant chromosomes*. Leutershausen.
- LUQUE, T. & Z. DÍAZ LIFANTE
1991 Chromosome numbers of plants collected during Iter Mediterraneum I in the SE of Spain. *Bocconeia* 1: 303-364.
- NATARAJAN, G.
1978 In A. LÖVE (ed.) IOPB Chromosome number reports, LXII. *Taxon* 27: 526-531.
- OLIVA, R.
1978 Números cromosómicos para la flora española, 45-59. *Lagasalia* 8: 105-109.
- PAVONE, P.; C. M. TERRASI & A. ZIZZA
1981 In A. LÖVE (ed.) IOPB Chromosome number reports, LXXII. *Taxon* 30: 695-696.
- PERRY, B. A.
1943 Chromosome number and phylogenetic relationships in the Euphorbiaceae. *Amer. J. Bot.* 30: 527-543.
- QUEIRÓS, M.
1975 Contribuição para o conhecimento citotaxonomico das Spermatophyta de Portugal. XI. *Euphorbiaceae*. *Bol. Soc. Brot., Sér. 2*, 49: 143-161.
- SNOW, R.
1963 Alcoholic hydrochloric acid-carminc as a stain for chromosomes in squash preparations. *Stain Technol.* 38: 9-13.
- STEBBINS, G. L.
1938 Cytological characteristics associated with the different growth habits in the dicotyledons. *Amer. J. Bot.* 25: 189-198.
1971 *Chromosomal evolution in higher plants*. London.
- TJIO, J. J. & A. LEVAN
1950 The use of oxyquinoleine in chromosome analysis. *Anal. Estac. Exp. Aula Dei* 2: 21-64.



Figs. 1-5. — 1, *E. serrata* (SEV 133041). 2, *E. lagascae* (SEV 133045).
 3, *E. medicaginea* (SEV 133054). 4, *E. exigua* (SEV 133056).
 5, *E. peplus* (SEV 133059).

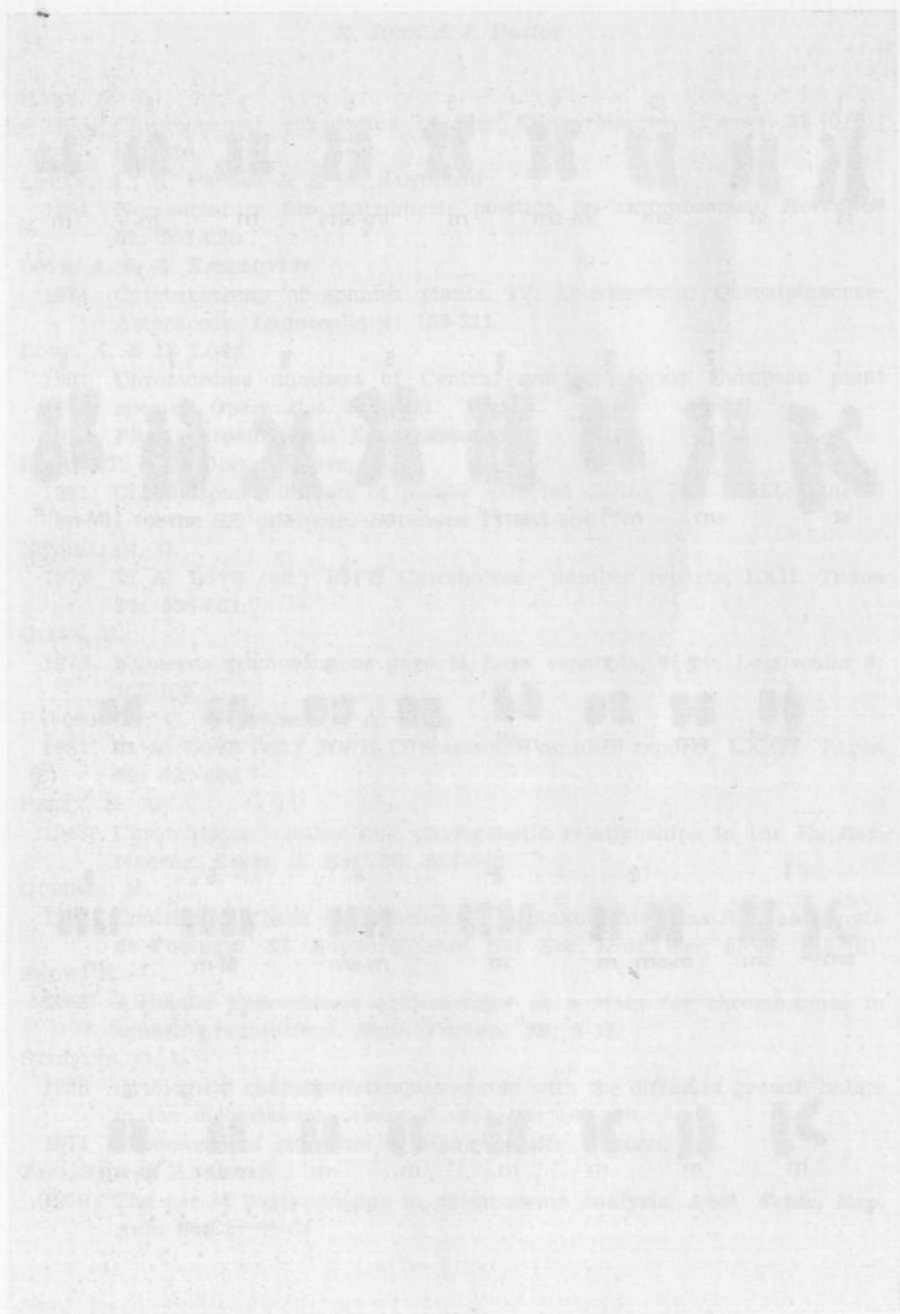
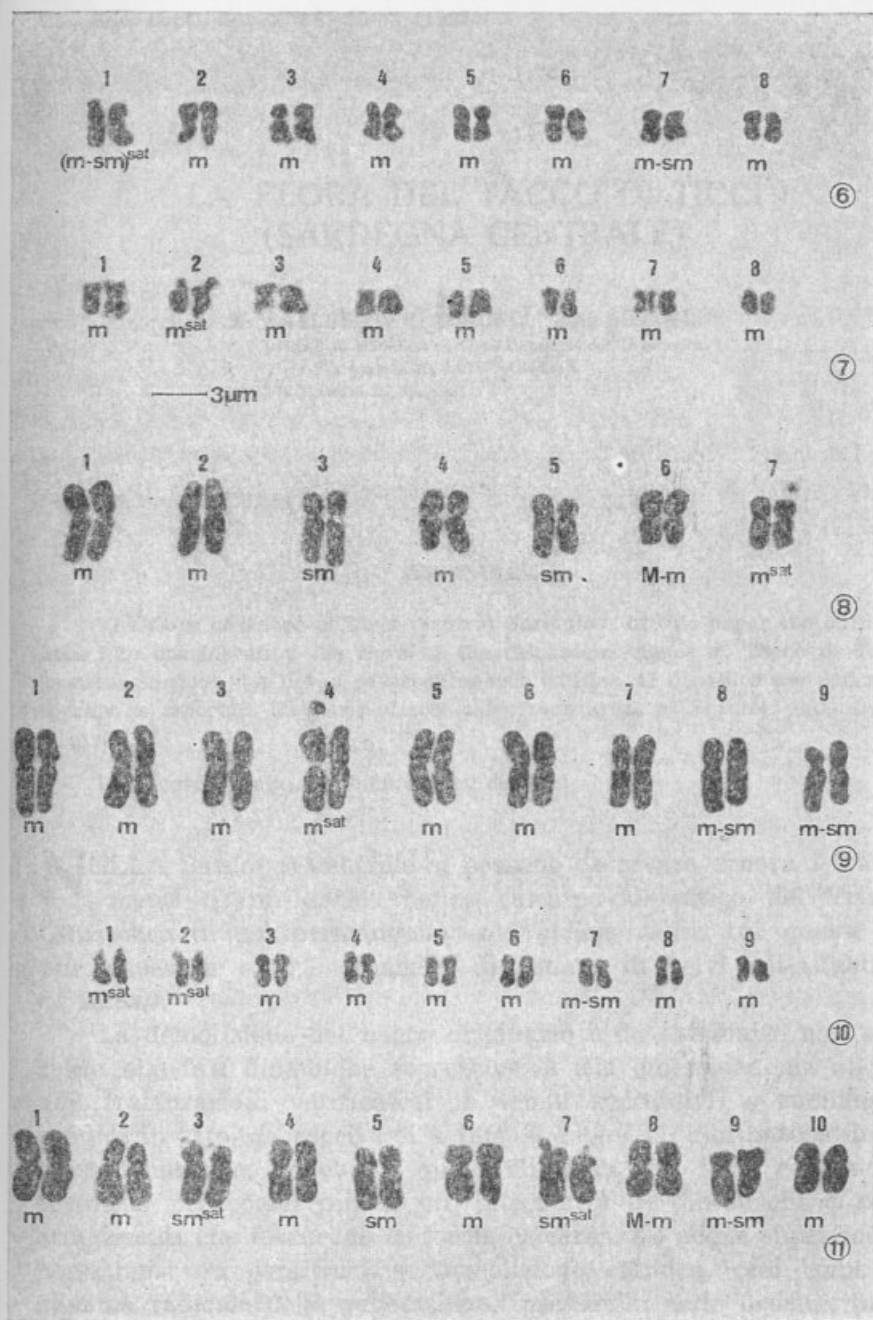


Fig. 1-1. *E. variata* (BIV 133041). *E. hirsuta* (BIV 133042).
E. molligata (BIV 133043). *E. calva* (BIV 133044).
E. hirsuta (BIV 133045).



Figs. 6-11. — 6, *E. segetalis* var. *segetalis* (SEV 133068). 7, *E. segetalis* var. *pinea* (SEV 133072). 8, *E. briquetii* (SEV 133074). 9, *E. nicaeensis* (SEV 133075). 10, *E. terracina* (SEV 133076). 11, *E. amygdaloides* (SEV 133084).

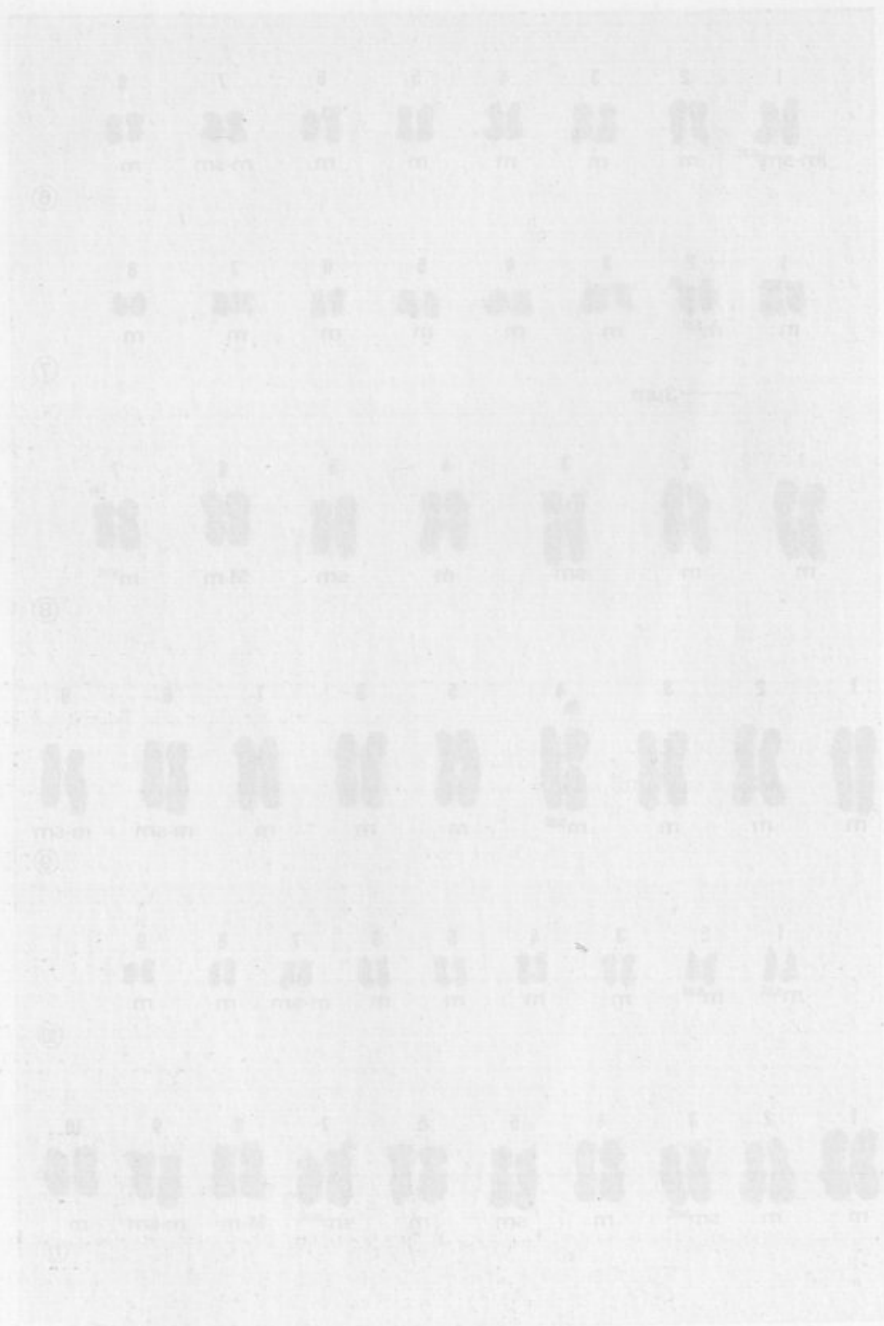


Fig. 6-11. — 6. *E. agrestis* var. *agrestis* (REV 123072), 7. *E. agrestis* var. *agrestis* (REV 123073), 8. *E. agrestis* (REV 123074), 9. *E. agrestis* (REV 123075), 10. *E. agrestis* (REV 123076), 11. *E. agrestis* (REV 123077), 12. *E. agrestis* (REV 123078).

LA FLORA DEL TACCO DI TICCI (SARDEGNA CENTRALE)

M. BALLERO*, S. SCRUGLI**, A. SCRUGLI*

* Istituto di Botanica ed Orto Botanico dell'Università.

Viale Fra Ignazio 13, I-09123 Cagliari.

** Via Favonio 28, Cagliari.

In redazione, 6-VIII-92.

ABSTRACT

The flora of Tacco di Ticci (central Sardinia). In this paper the authors take into consideration the flora of the calcareous slopes of Tacco di Ticci (central Sardinia). A list of 442 spontaneous entities, 41 of which are endemic species, is reported. Emphasis almost calcareous areas of Sardinia mountains is given.

Key words: flora, Sardinia, Tacco di Ticci.

NELLA Sardegna centrale si possono osservare ancora i frammenti di un antico banco calcareo-dolomitico del Trias-Giurassico di cui permangono solo alcune isole; tra queste le più conosciute sono i «Tonneri» di Tonara, di Belvì e il «Texile» di Aritzo.

La demolizione del banco originario è da attribuire non soltanto alle fasi dinamiche successive la sua emersione ma anche alle fratturazioni verificatesi in tempi successivi, e comunque sempre in atto, da ascrivere a fattori geologici, alla natura dello stesso minerale, nonché a quelli climatici. Le forti escursioni termiche provocano infatti un'alternanza di dilatazioni e restringimenti che fessurano la roccia calcarea. Le acque superficiali contribuiscono peraltro alla demolizione chimica, così come il sistema radicale della vegetazione, insediatasi nelle fessure, produce lente ma costanti pressioni che provocano frane e cedimenti.

Al di sotto dei calcarei si trova un basamento di scisti friabili e facilmente asportabili che condizionano la stabilità dello strato

geologico soprastante. Alcune di queste formazioni sono di facile accesso altre invece risultano difficilmente raggiungibili a causa delle ripide pareti rocciose poggianti sullo scisto sottostante.

E' noto che i calcari dolomitico-giurassici sono custodi, in Sardegna, di una flora che, nonostante la frammentazione territoriale attuale presenta una notevole omogeneità; inoltre costituisce un complesso di indubbio valore fitogeografico poichè comprensivo di elementi vegetali appartenenti a quella flora pre-quaternaria del tutto estinta in gran parte della Sardegna (MARTINOLI, 1956; ARRIGONI, 1983, 1991).

Da queste premesse abbiamo ritenuto interessante rilevare la flora del Tacco di Ticci, al fine di fornire un contributo allo studio delle aree calcaree mesozoiche della Sardegna.

LINEAMENTI GEOGRAFICI E GEOPEDOLOGICI

La zona della presente indagine, nelle carte I. G. M. al 25 000, ricade interamente nel F.° 218 I S. O. «Seui» e viene indicata come «Taccu e Ticci». Geograficamente è compresa tra 39° 50' 28" e 39° 52' 16" di latitudine N e 3° 11' 22" e 3° 13' 32" di longitudine a W di M. Mario (Roma) per una superficie complessiva di circa 500 ha. Pur appartenendo amministrativamente al comune di Seulo, essa lambisce il confine settentrionale di Sadali e quello occidentale di Seui. Dal punto di vista geomorfologico è un altopiano con quote comprese tra 756 m e 866 m (Pissu is Ilippas) (Fig. 1).

Esso è caratterizzato da strati calcarei e dolomie ampiamente fessurate, tipiche dei paesaggi carsici. La successione dei vari strati, dal basso verso l'alto, presenta il seguente ordine:

- un basamento paleozoico formato da scisti arenacei argillosi;
- un paleosuolo limonitico molto evoluto con ciottoli di quarzo provenienti dal basamento;
- un conglomerato basale della trasgressione il cui spessore dipende dalla morfologia sottostante, ricco di sedimenti marini;
- arenarie e conglomerati associate ad acque stagnanti, con depositi argillosi;

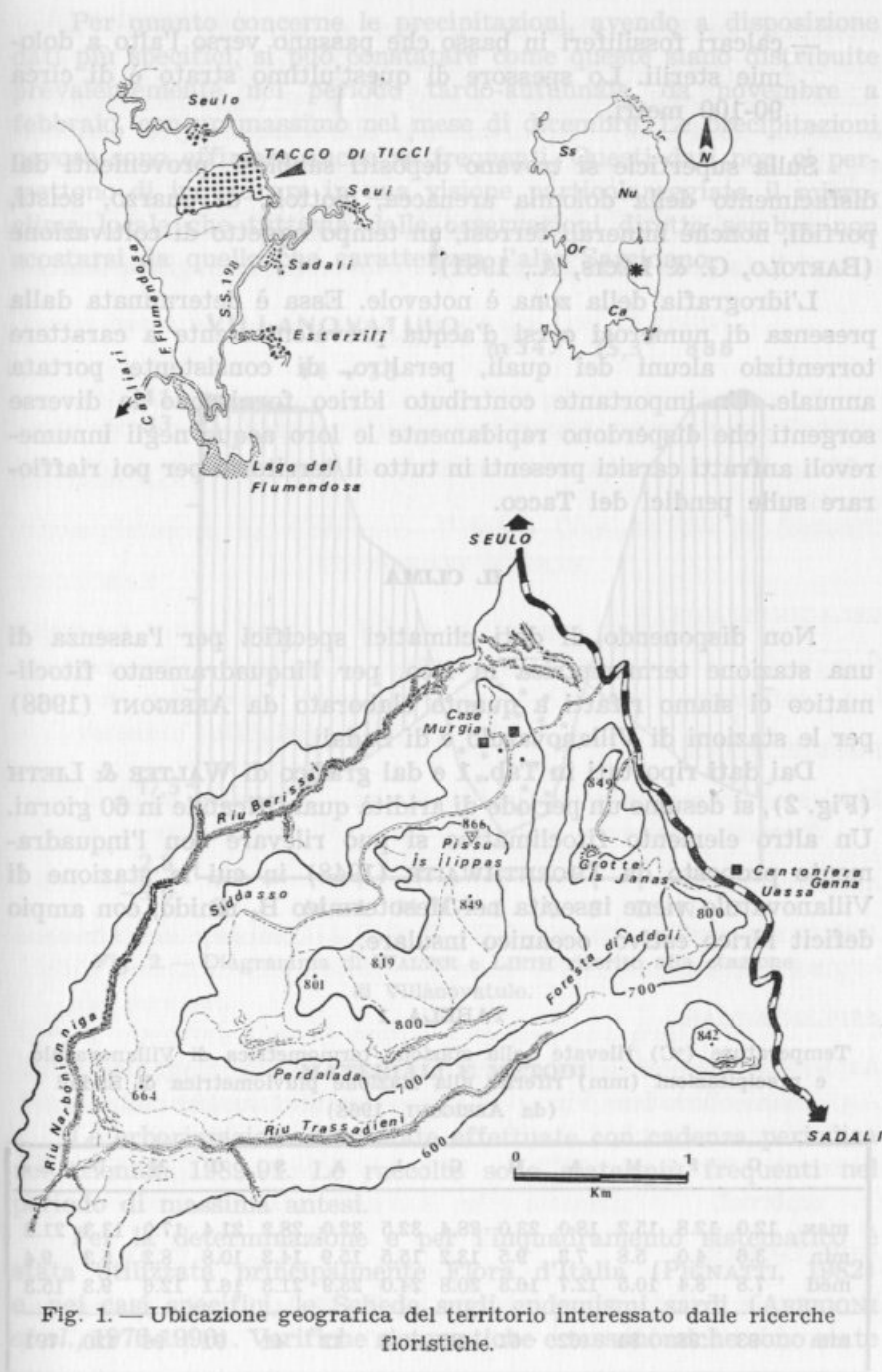


Fig. 1. — Ubicazione geografica del territorio interessato dalle ricerche floristiche.

— calcari fossiliferi in basso che passano verso l'alto a dolomie sterili. Lo spessore di quest'ultimo strato è di circa 90-100 metri.

Sulla superficie si trovano depositi sabbiosi, provenienti dal disfacimento della dolomia arenacea, ciottoli, di quarzo, scisti, porfidi, nonchè minerali ferrosi, un tempo oggetto di coltivazione (BARTOLO, G. & LECIS, A., 1981).

L'idrografia della zona è notevole. Essa è determinata dalla presenza di numerosi corsi d'acqua prevalentemente a carattere torrentizio alcuni dei quali, peraltro, di consistente portata annuale. Un importante contributo idrico forniscono le diverse sorgenti che disperdono rapidamente le loro acque negli innumerevoli anfratti carsici presenti in tutto il territorio per poi riaffiorare sulle pendici del Tacco.

IL CLIMA

Non disponendo di dati climatici specifici per l'assenza di una stazione termometrica in loco, per l'inquadramento fitoclimatico ci siamo rifatti a quanto elaborato da ARRIGONI (1968) per le stazioni di Villanovatulo e di Sadali.

Dai dati riportati in Tab. 1 e dal grafico di WALTER & LIETH (Fig. 2), si desume un periodo di aridità quantificabile in 60 giorni. Un altro elemento fitoclimatico si può rilevare con l'inquadramento proposto da THORNTHWAITTE (1948) in cui la stazione di Villanovatulo viene inserita nel Mesotermico B₂ umido, con ampio deficit idrico estivo, oceanico insulare.

TABELA 1

Temperature (°C) rilevate nella stazione termometrica di Villanovatulo e precipitazioni (mm) riferite alla stazione pluviometrica di Sadali (da ARRIGONI, 1968)

	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	m.a
max	12.0	12.8	15.2	18.0	23.0	28.4	32.5	32.0	28.2	21.4	17.0	13.3	21.2
min	3.6	4.0	5.8	7.3	9.5	13.2	15.5	15.9	14.3	10.8	8.2	5.3	9.4
med	7.8	8.4	10.5	12.7	16.3	20.8	24.0	23.9	21.3	16.1	12.6	9.3	15.3
mm	93	98	84	62	61	25	8	12	41	91	96	120	791

Per quanto concerne le precipitazioni, avendo a disposizione dati più specifici, si può constatare come queste siano distribuite prevalentemente nel periodo tardo-autunnale, da novembre a febbraio, con un massimo nel mese di dicembre. Le precipitazioni nevose sono effimere anche se frequenti. Questi dati non ci permettono di inquadrare in una visione particolareggiata il microclima locale che tuttavia dalle osservazioni dirette sembra non scostarsi da quello che caratterizza l'alto Sarcidano.

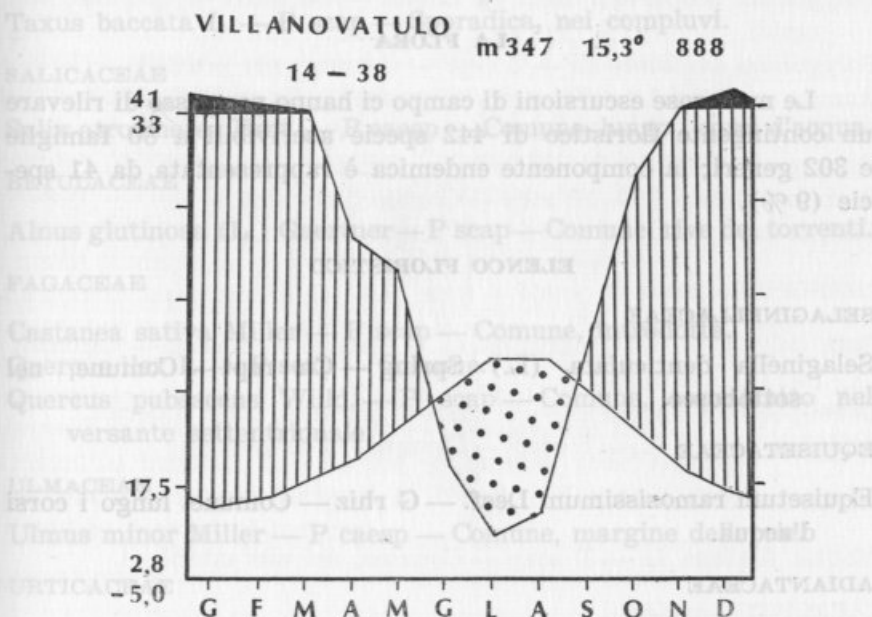


Fig. 2. — Diagramma di WALTER e LIETH riferito alla stazione di Villanovatulo.

MATERIALI E METODI

Le erborizzazioni sono state effettuate con cadenza periodica nel triennio 1989-91. Le raccolte sono state più frequenti nel periodo di massima antesi.

Per la determinazione e per l'inquadramento sistematico è stata utilizzata principalmente Flora d'Italia (PIGNATTI, 1982) e, nei casi specifici, le Schede sugli endemismi sardi (ARRIGONI *et al.*, 1976-1990). Verifiche sistematiche e tassonomiche sono state

effettuate su Flora Europaea (TUTIN *et al.*, 1964-1980), Atlas Florae Europaea (JALAS *et al.*, 1972-1986), Med-Checklist Notulae (GREUTER & RAUS, 1980-1987) e Med-Checklist (GREUTER, BOURDET & LONG, 1984-1986). Relativamente alle Pteridophyta abbiamo seguito l'inquadramento tassonomico proposto da FERRARINI *et al.* (1986).

Gli exsiccata sono conservati nell'Erbario Generale dell'Istituto di Botanica e Orto Botanico dell'Università di Cagliari (CAG).

LA FLORA

Le numerose escursioni di campo ci hanno permesso di rilevare un contingente floristico di 442 specie ascrivibili a 80 famiglie e 302 generi; la componente endemica è rappresentata da 41 specie (9%).

ELENCO FLORISTICO

SELAGINELLACEAE

Selaginella denticulata (L.) Spring — Ch rept — Comune, nel sottobosco.

EQUISETACEAE

Equisetum ramosissimum Desf. — G rhiz — Comune, lungo i corsi d'acqua.

ADIANTACEAE

Adiantum capillus-veneris L. — G rhiz — Comune, zone fresche ed ombrose.

ASPLENIACEAE

Asplenium trichomanes L. — H ros — Sporadica, luoghi ombrosi.

Asplenium obovatum Viv. — H ros — Comune, luoghi ombrosi.

Asplenium onopteris L. — H ros — Comune, luoghi ombrosi.

Ceterach officinarum Willd. — H ros — Comune, luoghi freschi e ombrosi.

ASPIDIACEAE

Dryopteris pallida (Bory) Maire et Petitm — G rhiz — Comune, ambienti umidi.

POLYPODIACEAE

Polypodium cambricum L. ssp. *serrulatum* (Sch. ex Arcang.) Pic.
Ser. — H ros — Comune, ambienti ombrosi, fessure.

CUPRESSACEAE

Juniperus oxycedrus L. ssp. *oxycedrus* — P caesp — Comune.

TAXACEAE

Taxus baccata L. — P scap — Sporadica, nei compluvi.

SALICACEAE

Salix atrocinerea Brot. — P caesp — Comune, lungo i corsi d'acqua.

BETULACEAE

Alnus glutinosa (L.) Gaertner — P scap — Comune, rive dei torrenti.

FAGACEAE

Castanea sativa Miller — P scap — Comune, introdotta.

Quercus ilex L. — P scap — Comune.

Quercus pubescens Willd. — P scap — Comune, soprattutto nel versante settentrionale.

ULMACEAE

Ulmus minor Miller — P caesp — Comune, margine delle vie.

URTICACEAE

Urtica atrovirens Req. ex Loisel. — H scap — Rara, terreni ruderali.

Urtica membranacea Poir. — T scap — Comune, prati e margini dei sentieri.

Urtica pilulifera L. — T scap — Comune, nei prati.

Parietaria judaica L. — H scap — Comune, nelle aree ruderali.

Parietaria lusitana L. — T rept — Comune, nei siti ombrosi.

SANTALACEAE

Osyris alba L. — NP — Comune, nella macchia.

ARISTOLOCHACEAE

Aristolochia tyrrhena Nardi et Arrigoni — G rad — Comune, nella macchia.

RAFFLESIACEAE

Cytinus hypocistis (L.) L. — G rad — Comune, nei cisteti.

CACTACEAE

Opuntia ficus-barbarica L. — P succ — Comune, nelle radure.

POLYGONACEAE

Polygonum scoparium Req. ex Loisel. — Ch suffr — Comune, siti umidi.

Polygonum aviculare L. — T rept — Comune, nei pratelli.

Rumex scutatus L. — H scap — Comune, nelle radure pietrose.

Rumex acetosa L. — H scap — Comune, nei prati.

Rumex obtusifolius L. — H scap — Comune, nei prati.

Rumex pulcher L. — H scap — Comune, nei prati.

Rumex bucephalophorus L. — T scap — Comune, nei prati.

CHENOPODIACEAE

Beta vulgaris L. ssp. *maritima* (L.) Arcang. — H scap — Comune, nei siti ciottolosi.

Chenopodium murale L. — T scap — Comune, zone ruderali.

Atriplex patula L. — T scap — Comune, nelle radure.

PORTULACACEAE

Montia fontana L. — T scap — Comune, nei siti umidi.

CARYOPHYLLACEAE

Arenaria balearica L. — H rept — Rara, zone fresche ed ombreggiate.

Arenaria serpyllifolia L. — T scap — Sporadica, in stazioni umide.

Minuartia verna (L.) Hiern ssp. *grandifolia* (Presl) Hayek — Ch suffr — Comune, nei siti aridi.

Stellaria media (L.) Vill. — T rept — Comune, nei prati.

Cerastium glomeratum Thuill. — T scap — Sporadica, nei campi.

Paronychia echinulata Chater — T scap — Comune, terreni sabbiosi.

Sagina apetala Ard. — T scap — Sporadica, nei campi.

Polycarpon tetraphyllum L. — T scap — Comune, nei campi.

Spergula arvensis L. — T scap — Comune, nei campi.

Silene nodulosa Viv. — H caesp — Sporadica, negli anfratti rocciosi.

Silene vulgaris (Moench) Garcke — H scap — Sporadica, nei campi.
Silene gallica L. — T scap — Comune, nei pascoli.

Petrorhagia saxifraga (L.) Link — H caesp — Comune, nelle rupi.

Petrorhagia velutina (Guss.) P. W. Ball. et Heywood — T scap — Sporadica, nei prati.

Dianthus sicutus C. Presl — Ch suffr — Comune, pareti rocciose.

RANUNCULACEAE

Helleborus argutifolius Viv. — G suffr — Rara, lungo i torrenti.

Nigella damascena L. — T scap — Comune, prati e radure.

Delphinium pictum Willd. — H scap — Sporadica, alvei dei torrenti.

Anemone palmata L. — G rhiz — Comune, prati e radure.

Anemone hortensis L. — G bulb — Comune, nei prati.

Clematis flammula L. — P lian — Comune, nelle siepi.

Clematis cirrhosa L. — P lian — Sporadica, nelle siepi.

Ranunculus lanuginosus L. — H scap — Rara, terreni acidi.

Ranunculus macrophyllus Desf. — H scap — Comune, nei prati.

Ranunculus bulbosus L. — H scap — Comune, prati e radure.

Ranunculus muricatus L. — T scap — Comune, prati e radure.

Ranunculus ficaria L. — G bulb — Comune, nei prati.

Ranunculus bullatus L. — H ros — Comune, nelle radure.

Aquilegia nugorensis Arrigoni et Nardi — H scap — Molto rara, luoghi freschi ed ombrosi.

PAEONIACEAE

Paeonia mascula (L.) Miller ssp. *russii* (Biv.) Cullen et Heyw. —

G rhiz — Sporadica, margini del bosco e radure della macchia.

GUTTIFERAE

Hypericum hircinum L. — NP — Comune, in siti ombrosi.

Hypericum tetrapterum Fries — H scap — Comune, in siti umidi.

Hypericum perforatum L. — H scap — Comune, nei prati aridi.

PAPAVERACEAE

Papaver pinnatifidum Moris — T scap — Comune, prati e radure.

Papaver hybridum L. — T scap — Comune, prati e radure.

Chelidonium majus L. — H scap — Sporadica, nei pressi dei fontanili.

Fumaria capreolata L. — T scap — Comune, nelle radure.

Fumaria officinalis L. — T scap — Comune, prati e radure.

CRUCIFERAE

Sisymbrium officinale (L.) Scop. — T scap — Comune, nelle aree ruderali.

Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. — T scap — Comune, nei prati umidi.

Bunias erucago L. — T scap — Comune, nelle radure.

Nasturtium officinale R. Br. — H scap — Comune, lungo i corsi d'acqua.

Cardamine hirsuta L. — T scap — Comune, nelle vie.

Arabis hirsuta (L.) Scop. — H bien — Comune, nei prati.

Clypeola jonthlaspi L. — T scap — Comune, nelle radure.

Draba muralis L. — T scap — Comune, nei bordi delle vie.

Erophila verna (L.) Chevall. — T scap — Comune, nei prati aridi.

Capsella bursa-pastoris (L.) Medicus — H bien — Comune, nei prati sassosi.

Hornungia petraea (L.) Rchb. — T scap — Comune, nei pratelli aridi.

Teesdalia coronopifolia (Bergeret) Thell. — T scap — Rara.

Iberis integerrima Moris — S scap — Sporadica, in luoghi aperti e soleggiati.

Biscutella morisiana Raffaelli — T scap — Comune, nei prati.

Brassica nigra (L.) Koch — T scap — Comune, nei prati umidi.

Hirschfeldia incana (L.) Lagr.-F. — H scap — Comune, nei campi.

Sinapsis arvensis L. — T scap — Comune, nei prati umidi.

Rapistrum rugosum (L.) All. — T scap — Comune, nei campi.

Calepina irregularis (Asso) Thell. — T scap — Comune, nei prati.

Morisia monantha (Viv.) Asch. ex Barbey — H ros — Sporadica, pratelli e radure con elevato valore di umidità.

Raphanus raphanistrum L. — T scap — Comune, rive dei torrenti.

RESEDACEAE

Reseda luteola L. — H scap — Sporadica, radure e prati.

CRASSULACEAE

Umbilicus horizontalis (Guss.) DC. — G bulb — Comune, nei prati sassosi.

Sedum stellatum L. — T scap — Comune, rive e prati umidi.

Sedum caeruleum L. — T scap — Comune, rive dei torrenti.

SAXIFRAGACEAE

Saxifraga tridactylites L. — T scap — Comune, nei pratelli.

Saxifraga bulbifera L. — H scap — Sporadica, nei campi pietrosi.

Saxifraga cervicornis Viv. — Ch pulv — Sporadica, negli anfratti rocciosi.

ROSACEAE

Rubus ulmifolius Schott — NP — Comune, prati e radure.

Rosa sempervirens L. — NP — Comune, nella macchia.

Sanguisorba minor Scop. ssp. *muricata* (Gremli) Briq. — H scap — Comune, nei prati.

Geum urbanum L. — H scap — Comune, nei prati.

Potentilla reptans L. — H ros — Comune, prati e radure.

Aphanes arvensis L. — T scap — Comune, nei campi.

Pyrus amigdaliformis Vill. — P caesp — Sporadica, nei cespuglieti.

Crataegus monogyna Jacq. — P caesp — Comune, ai margini del bosco.

Prunus spinosa L. — P caesp — Comune, nei cespuglieti.

LEGUMINOSAE

Calicotome spinosa (L.) Link — P caesp — Comune, nella macchia.

Cytisus villosus Pourret — P caesp — Comune, nelle radure.

Teline monspessulana (L.) Koch — P caesp — Comune, nei bordi delle boscaglie.

Genista corsica (Loisel.) DC. in Lam. et DC. — NP — Comune, radure e prati sassosi.

Lupinus micranthus Guss. — T scap — Comune, nella macchia.

Astragalus hamosus L. — T scap — Comune, nelle radure.

Psoralea morisiana Pign. et Metlesics — Ch suffrut — Comune, nei prati.

Vicia cracca L. — H scap — Comune, nella macchia bassa.

Vicia incana Gouan — H scap — Comune, nel bosco.

Vicia tenuifolia Roth — H scap — Comune, prati e radure.

Vicia hirsuta (L.) S. F. Gray — T scap — Comune, nei prati.

Vicia disperma DC. — T scap — Comune, nei pascoli aridi.

Vicia sativa L. — T scap — Comune, nei prati.

Lathyrus sylvestris L. — H scand — Comune, prati e radure.

- Lathyrus cicera* L. — T scap — Comune, nei campi.
Lathyrus articulatus L. — T scap — Comune, nei campi.
Lathyrus aphaca L. — T scap — Comune, nei campi.
Pisum sativum L. ssp. *elatus* (Bieb.) Asch. et Gr. — T — scap —
 Comune, nei campi.
Ononis ornithopodioides L. — T scap — Comune, nelle radure.
Ononis minutissima L. — Ch suffr — Sporadica, nelle radure.
Melilotus indica (L.) All. — T scap — Comune, nei prati.
Melilotus messanensis (L.) All. — T scap — Comune, nei prati.
Medicago orbicularis (L.) Bartal. — T scap — Comune, nei prati.
Medicago rugosa Desr. — T scap — Comune, nelle radure.
Medicago rigidula (L.) All. — T scap — Comune, nei campi aridi.
Medicago arabica (L.) Hudson — T scap — Comune, nei prati.
Medicago praecox DC. — T scap — Comune, prati e radure.
Medicago minima (L.) Bartal var. *recta* (Willd.) Burnat — T scap
 — Comune, nei prati aridi.
Trifolium repens L. — H rept — Comune, nei pratelli.
Trifolium glomeratum L. — T scap — Comune, nei prati.
Trifolium fragiferum L. — H rept — Comune, nei prati.
Trifolium resupinatum L. — T rept — Comune, nei prati.
Trifolium campestre Schreber — T scap — Comune, nei prati.
Trifolium arvense L. — T scap — Comune, nei prati.
Trifolium stellatum L. — T scap — Comune, prati e radure.
Trifolium pratense L. — H scap — Comune, nei prati.
Trifolium cherleri L. — T scap — Comune, nei prati.
Trifolium subterraneum L. — T rept — Comune, nei campi.
Dorycnium hirsutum (L.) Ser. — Ch suffr — Comune, nelle radure.
Dorycnium pentaphyllum Scop. — Ch suffr — Comune, nelle radure.
Lotus corniculatus L. — H scap — Comune, nei prati.
Hymenocarpus circinnatus (L.) Savi — H scap — Comune, nei
 pascoli.
Anthyllis vulneraria L. — H scap — Comune, prati e campi.
Anthyllis tetraphylla L. — T scap — Comune, nei prati.
Hippocrepis unisiliquosa L. — T scap — Comune, nei prati.
Scorpiuros vermiculatus L. — T scap — Comune, nei prati.
- GERANIACEAE
- Geranium rotundifolium* L. — T scap — Comune, prati e campi.
Geranium molle L. — T scap — Comune, prati e campi.
Geranium columbinum L. — T scap — Comune, nei prati.

- Geranium lucidum* L. — T scap — Comune, nei prati.
Erodium cicutarium (L.) L'Her — T scap — Comune, prati umidi.

LINACEAE

- Linum bienne* Miller — T scap — Comune, prati sassosi.
Linum strictum L. — T scap — Comune, nelle radure.

EUPHORBIACEAE

- Mercurialis annua* L. — T scap — Comune, nelle zone ruderali.
Euphorbia dendroides L. — NP — Sporadica, nelle rupi.
Euphorbia spinosa L. — Ch suffr — Sporadica, zona cacuminale.
Euphorbia peplus L. — T scap — Comune, nei siti ruderali.
Euphorbia cupanii Guss. ex Bertol. — G rhiz — Comune, prati e radure.
Euphorbia terracina L. — T scap — Comune, nei campi aridi.
Euphorbia semiperfoliata Viv. — Ch pulv — Comune, nelle radure.
Euphorbia characias L. — NP — Comune, radure e campi.

RUTACEAE

- Ruta angustifolia* Pers. — Ch suffr — Sporadica, pendii soleggiati.

POLYGALACEAE

- Polygala sardoa* Chodat — H scap — Comune, nelle radure.

ANACARDIACEAE

- Pistacia terebinthus* L. — P caesp — Sporadica, nelle rupi.
Pistacia lentiscus L. — P caesp — Comune, nella macchia.

ACERACEAE

- Acer monspessulanum* L. — P caesp — Sporadica, nella lecceta.

AQUIFOLIACEAE

- Ilex aquifolium* L. — P caesp — Comune, nei luoghi freschi.

RHAMNACEAE

- Rhamnus alaternus* L. — P caesp — Comune, nel sottobosco e nella macchia.

MALVACEAE

- Malva cretica* Cav. — T scap — Comune, prati e radure.
Malva sylvestris L. — H scap — Comune, radure e campi incolti.

Malva parviflora L. — T scap — Comune, prati e radure.

Lavatera olbia L. — P caesp — Comune, nelle siepi.

Althaea hirsuta L. — T scap — Comune, nelle radure.

THYMELAEACEAE

Daphne gnidium L. — P caesp — Comune, nei prati umidi.

Thymelaea hirsuta (L.) Endl. — Ch suffr — Comune, nella macchia.

VIOLACEAE

Viola alba Besser ssp. *dehnhardtii* (Ten.) W Becker — H ros — Sporadica, nel sottobosco.

CISTACEAE

Cistus incanus L. — NP — Comune, nella macchia.

Cistus corsicus Loisel. — NP — Comune, nella macchia.

Cistus monspeliensis L. — NP — Comune, radure e campi.

Cistus salvifolius L. — NP — Comune, nei prati sassosi.

Tuberaria guttata (L.) Fourr. — T scap — Comune nei pascoli.

Helianthemum morisianum Bertol. — Ch suffr — Rara, solo in alcune garighe cacuminali.

Fumana thymifolia (L.) Spach — Ch suffr — Sporadica, nei pendii aridi.

CUCURBITACEAE

Ecballium elaterium (L.) A. Rich. — G bulb — Comune, nei campi degradati.

LYTHRACEAE

Lythrum salicaria L. — H scap — Comune, lungo i corsi d'acqua.

MYRTACEAE

Myrtus communis L. — P caesp — Comune, nella macchia.

ONOGRACEAE

Epilobium hirsutum L. — H scap — Sporadica, nei campi.

Epilobium lanceolatum Seb. et Mauri — H scap — Sporadica, nei siti ombrosi.

THELIGONIACEAE

Theligonum cynocrambe L. — T scap — Comune, luoghi soleggiati.

ARALIACEAE

Hedera helix L. — P lian — Comune, macchie e siepi.

UMBELLIFERAE

Eryngium tricuspdatum L. — H scap — Comune, prati e radure.

Eryngium campestre L. — H scap — Comune, nelle radure.

Scandix pecten-veneris L. — T scap — Comune, nei prati sassosi.

Smyrniurn rotundifolium Miller — H bienn — Comune, nel bosco.

Pimpinella peregrina L. — H bienn — Comune, nei prati.

Oenanthe fistulosa L. — H scap — Comune, nei bordi dei torrenti.

Oenanthe crocata L. — H scap — Sporadica, torrenti e fontanili.

Foeniculum vulgare Miller ssp. *piperitum* (Ucria) Coutinho —
H scap — Comune, nei campi aridi.

Bupleurum fruticosum L. — NP — Sporadica, in siti rupestri.

Apium nodiflorum (L.) Lag. — H scap — Comune, nei prati umidi.

Ammoides pusilla (Brot.) Breistr. — T scap — Comune, nei prati.

Ferula communis L. — H scap — Comune, nelle radure.

Tordylium apulum L. — T scap — Comune, pascoli aridi.

Thapsia garganica L. — H scap — Comune, nei prati umidi.

Torilis nodosa (L.) Gaertner — T scap — Comune, nelle radure.

Daucus carota L. — H bienn — Comune, nei prati aridi.

ERICACEAE

Erica terminalis Salisb. — P caesp — Comune, lungo i torrenti.

Erica scoparia L. — P caesp — Comune, radure e bordi della
macchia.

Arbutus unedo L. — P caesp — Comune, nella macchia e nella
lecceta.

PRIMULACEAE

Cyclamen repandum S. et S. — G bulb — Comune, nel sottobosco.

Asterolinon linum-stellatum (L.) Duby — T scap — Comune, nei
pratelli.

Anagallis arvensis L. — T rept — Comune, prati e campi.

Samolus valerandi L. — H scap — Comune, nelle zone umide.

PLUMBAGINACEAE

Limonium morisianum Arrigoni — Ch suffr — Rara, nelle rupi, in
esposizione ombreggiata.

OLEACEAE

Olea oleaster Hoffm. et Lk. — P scap — Comune, radure e campi ben soleggiati.

Phillyrea angustifolia L. — P caesp — Comune.

Phillyrea latifolia L. — P caesp — Comune, nei campi.

GENTIANACEAE

Centaureum erythraea Rafn — H bienn — Comune, pratelli e radure.

ASCHLEPIADACEAE

Vincetoxicum hirundinaria Medicus — H scap — Comune, nei dirupi cespugliosi.

RUBIACEAE

Sherardia arvensis L. — T scap — Comune, nei prati.

Asperula laevigata L. — H scap — Comune, nella macchia.

Galium scabrum L. — H scap — Comune, nei prati.

Galium lucidum All. — H scap — Comune, nella macchia.

Galium spurium L. — T scap — Comune, prati e radure.

Valantia muralis L. — T scap — Comune, nelle rupi.

Rubia peregrina L. — P lian — Comune, campi e radure.

CONVOLVULACEAE

Convolvulus cantabrica L. — H scap — Comune, nelle radure.

Convolvulus siculus L. ssp. *agrestis* (Schweinf.) Verdcourt — T scap — Comune, nei prati.

Convolvulus arvensis L. — G rhiz — Comune, nei prati.

Convolvulus althaeoides L. — H scand — Comune, nei prati.

BORAGINACEAE

Heliotropium europaeum L. — T scap — Comune, nelle radure.

Echium italicum L. — H bienn — Comune, nelle radure.

Echium parviflorum Moench — H bienn — Comune, nei pendii sassosi.

Borago officinalis L. — T scap — Comune, prati e radure.

Borago pygmaea (DC.) Chater et Greuter — H scap — Comune, nei prati e nelle depressioni umide.

- Myosotis pusilla Loisel. — T scap — Comune, nei prati.
 Myosotis arvensis (L.) Hill — T scap — Sporadica, nei prati.
 Cynoglossum creticum Miller — H bienn — Comune, nei prati.
 Cynoglossum cheirifolium L. — H bienn — Comune, nei prati.

VERBENACEAE

- Verbena officinalis L. — H scap — Comune, nei margini delle vie.

LABIATAE

- Ajuga iva (L.) Schreber — Ch suffr — Comune, nei prati aridi.
 Teucrium flavum L. — Ch frut — Comune, nei luoghi sassosi.
 Teucrium marum L. — Ch frut — Comune, nei luoghi rocciosi e assolati.
 Teucrium polium L. — Ch frut — Comune, nelle aree degradate.
 Prasium majus L. — Ch frut — Comune, nella macchia.
 Marrubium vulgare L. — H scap — Comune, nei pascoli aridi.
 Sideritis romana L. — T scap — Comune, nei pascoli e nella macchia.
 Lamium album L. — H scap — Comune, nella macchia.
 Ballotta nigra L. — H scap — Comune, nei luoghi freschi.
 Stachys glutinosa L. — Ch suffr — Comune, nelle scarpate e negli anfratti rocciosi.
 Stachys corsica Pers. — H rept — Sporadica, nelle zone fresche.
 Stachys ocymastrum (L.) Briq. — T scap — Sporadica, nei pascoli aridi.
 Glechoma sardoa (Bég.) Bég. — H rept — Rara, in siti freschi e riparati.
 Prunella vulgaris L. — H scap — Comune, nei prati.
 Melissa officinalis L. — H scap — Comune, nelle aree ruderali.
 Micromeria graeca (L.) Benth — Ch suffr — Comune, nei pascoli aridi.
 Calamintha nepeta (L.) Savi — H scap — Comune, nei prati aridi.
 Clinopodium vulgare L. ssp. arundanum (Boiss.) Nyman — H scap — Comune, nei boschi.
 Thymus herba-barona Loisel. — Ch suffr — Sporadica, nei rocciai.
 Mentha aquatica L. — H scap — Comune, bordi dei ruscelli.
 Mentha insularis Requier — H rhiz — Comune, nelle zone umide.
 Rosmarinus officinalis L. — NP — Comune, nei prati.
 Lavandula stoechas L. — NP — Comune, nella macchia bassa.
 Salvia verbenaca L. — H scap — Comune, nei pascoli aridi.

SOLANACEAE

Hyoscyamus niger L. — H bienn — Comune, muri e macerie.

Solanum nigrum L. — T scap — Comune, nei prati.

Solanum dulcamara L. — NP — Comune, nei siti ombrosi.

SCROPHULARIACEAE

Verbascum sinuatum L. — H bienn — Comune, nei bordi delle vie.

Scrophularia peregrina L. — T scap — Comune, nelle siepi.

Scrophularia trifoliata L. — H caesp — Sporadica, nei luoghi freschi.

Misopates calycinum (Vent.) Rothm. — T scap — Comune, nei pascoli aridi.

Linaria reflexa (L.) Desf. — T rept — Comune, nei bordi delle vie.

Cymbalaria aequitriloba (Viv.) A. Cheval. — Ch rept — Sporadica, nelle zone fresche e ombrose.

Cymbalaria muelleri (Moris) A. Cheval. — Ch rept — Rara, nelle pareti rocciose.

Digitalis purpurea L. — H scap — Rara, nelle radure della lecceta nei pressi di Fundu e Mesu.

Veronica arvensis L. — T scap — Comune, nei prati aridi.

Veronica cymbalaria Bodard — T scap — Comune, nei prati.

Veronica anagallis-aquatica L. — H scap — Comune, nei prati umidi.

Parentucellia latifolia (L.) Caruel — T scap — Comune, nei prati.

Bellardia trixago (L.) All. — T scap — Comune, nelle radure.

OROBANCHACEAE

Orobanche ramosa L. — T par — Comune, nei prati, parassita delle leguminose.

Orobanche minor Sm. — T par — Sporadica, nelle radure.

PLANTAGINACEAE

Plantago coronopus L. — H ros — Comune, nei prati aridi.

Plantago lanceolata L. — H ros — Comune, nei campi.

Plantago bellardi All. — T scap — Comune, nei pascoli aridi.

CAPRIFOLIACEAE

Sambucus nigra L. — P caesp — Sporadica, in siti ruderali umidi.

Viburnum tinus L. — P caesp — Comune, nella lacceta.

Lonicera implexa Aiton — P lian — Comune, nella macchia.

VALERIANACEAE

- Valerianella microcarpa Loisel. — T scap — Comune, nelle radure.
 Valerianella carinata Loisel. — T scap — Comune, nei prati.
 Centranthus calcitrapa (L.) DC. — T scap — Comune, prati e radure.

DIPSACACEAE

- Dipsacus fullonum L. — H bienn — Comune, campi e radure.
 Dipsacus ferox Loisel. — H bienn — Comune, nelle radure.
 Scabiosa maritima L. — H bienn — Comune, nei luoghi aridi.

CAMPANULACEAE

- Legousia falcata (Ten.) Fritsch — T scap — Comune, nelle radure erbose.
 Campanula forsythii (Arc.) Podlech — H scap — Rarissima, nelle rupi.
 Campanula erinus L. — T scap — Comune, nelle rupi ombrose.
 Jasione montana L. — H bienn — Comune, nelle rupi.

COMPOSITAE

- Eupatorium cannabinum L. — H scap — Comune, lungo i corsi d'acqua.
 Conyza canadensis (L.) Cronq. — T scap — Comune, nelle radure.
 Bellis annua L. — T scap — Comune, prati e campi.
 Bellis perennis L. — H ros — Comune, prati e campi.
 Bellis sylvestris Cyr. — H ros — Comune, prati e campi.
 Bellium bellidioides L. — H ros — Comune, zone fresche e anfratti rocciosi.
 Evax pygmaea (L.) Brot. — T rept — Comune, nei prati sassosi.
 Oglifa gallica (L.) Chrtek et Holub — T scap — Comune, nelle radure.
 Phagnalon rupestre (L.) DC. — Ch suffr — Rara, pareti rocciose.
 Helichrysum italicum (Roth) G. Don ssp. microphyllum (Willd.) Nyman — Ch suffr — Comune, luoghi aridi e degradati.
 Helichrysum saxatile Moris — Ch suffr — Sporadica, sulle rocce.
 Inula viscosa (L.) Aiton — H scap — Sporadica, nei prati.
 Pulicaria odora (L.) Rchb. — H scap — Comune, nelle radure.
 Asteriscus aquaticus (L.) Less. — T scap — Comune, prati e radure.

- Santolina insularis* (Genn. ex Fiori) Arrigoni — NP — Comune, nei pratelli.
- Anthemis arvensis* L. — T scap — Comune, nei prati.
- Anthemis mixta* L. — T scap — Comune, nei prati.
- Chrysanthemum segetum* L. — T scap — Comune, prati e campi.
- Artemisia arborescens* L. — NP — Comune, zone calde e riparate.
- Senecio leucanthemifolius* Poirét — T scap — Comune, nei luoghi ruderali.
- Senecio vulgaris* L. — T scap — Comune, nei campi.
- Carduus argyroa* Biv. — T scap — Comune, nei prati.
- Carduus pycnocephalus* L. — H bienn — Comune, nei luoghi degradati.
- Ptilostemon casabonae* (L.) Greuter — Ch scap — Comune, nelle zone detritiche aride.
- Cirsium vulgare* (Savi) Ten. — H bienn — Comune, nelle radure aride.
- Cynara cardunculus* L. — H scap — Comune, nei luoghi aridi e degradati.
- Silybum marianum* (L.) Gaertner — H bienn — Comune, nei luoghi ruderali.
- Galactites tomentosa* Moench — H scap — Comune, nei luoghi ruderali.
- Onopordum illyricum* L. — H scap — Comune, nelle radure aride.
- Crupina crupinastrum* (Moris) Vis. — T scap — Comune, nei prati.
- Centaurea calcitrapa* L. — H bienn — Comune, nelle aree degradate.
- Carthamus lanatus* L. — T scap — Comune, nelle radure aride.
- Carlina corymbosa* L. — H scap — Comune, nei luoghi degradati.
- Atractylis gummifera* L. — H ros — Comune, nelle radure.
- Scolymus hispanicus* L. — H bienn — Comune, nelle radure aride.
- Cichorium intybus* L. — H scap — Comune, nei campi.
- Tolpis umbellata* Bertol. — T scap — Comune, nei prati.
- Hyoseris radiata* L. — H ros — Comune, nei prati.
- Rhagadiolus stellatus* (L.) Willd. — T scap — Comune, nei prati e radure.
- Scorzonera callosa* Moris — H scap — Comune, nei prati.
- Hypochoeris radicata* L. — H ros — Comune, nei prati aridi.
- Hypochoeris achyrophorus* L. — T scap — Comune, pascoli aridi.
- Urospermum dalechampii* (L.) Schmidt — H scap — Comune, nei campi.

- Leontodon tuberosus* L. — H ros — Comune, nei prati.
Andryala integrifolia L. — T scap — Comune, nei prati.
Chondrilla juncea L. — H scap — Comune, nei prati aridi.
Taraxacum officinale Weber — H ros — Comune, nei prati.
Sonchus arvensis L. — H scap — Comune, nei campi.
Sonchus asper (L.) Hill — T scap — Comune, nei campi.
Reichardia picroides (L.) Roth — H scap — Comune, prati e campi.
Crepis bellidifolia Loisel. — T scap — Comune, nei prati aridi.
Hieracium zizianum Tausch ssp. *sardonium* Zahn — H scap — Sporadica, nei prati.

LILIACEAE

- Asphodelus microcarpus* Salzm. et Viv. — G rhiz — Comune, nei prati sassosi.
Colchicum cupanii Guss. — G bulb — Comune, prati e radure.
Gagea granatellii Parl. — G bulb — Sporadica, nei pascoli.
Scilla autumnalis L. — G bulb — Comune, nei prati.
Urginea undulata (Desf.) Steinh. — G bulb — Rara, nelle zone aride.
Ornithogalum sandalioticum (Torn. et Garb.) Zahariadi — G bulb — Comune, nei pratelli.
Leopoldia comosa (L.) Parl. — G bulb — Comune, nei prati.
Allium roseum L. — G bulb — Comune, nei prati.
Allium subhirsutum L. — G bulb — Comune, nei prati.
Allium triquetrum L. — G bulb — Comune, nei luoghi ombrosi e umidi.
Asparagus acutifolius L. — G rhiz — Comune, prati e campi.
Ruscus aculeatus L. — G rhiz — Comune, nel sottobosco.
Smilax aspera L. — P lian — Comune, nella macchia e boscaglie.

AMARYLLIDACEAE

- Leucojum autumnale* L. — G bulb — Comune, nei pratelli.
Leucojum aestivum L. ssp. *pulchellum* (Salisb.) Briq. — G bulb — Comune, nei prati umidi.
Pancratium illyricum L. — G bulb — Comune, nei prati sassosi.
Narcissus tazetta L. — G bulb — Comune, nei prati.

DIOSCOREACEAE

- Tamus communis* L. — G rad — Comune, nei boschi e nelle siepi.

IRIDACEAE

- Iris foetidissima* L. — G rhiz — Comune, nella lecceta.
Crocus minimus DC. — G bulb — Comune, nei prati.
Romulea requienii Parl. — G bulb — Comune, nei prati assolati.
Romulea columnae Seb. et Mauri — G bulb — Comune, nei prati.
Gladiolus communis L. — G bulb — Comune, nei prati.

JUNCACEAE

- Juncus bufonius* L. — T scap — Comune, nei pratelli.
Juncus pygmaeus Richard — T caesp — Sporadica, radure sabbiose.
Luzula forsteri (Sm.) DC. — H caesp — Comune, nel sottobosco.

GRAMINEAE

- Lamarckia aurea* (L.) Moench — T scap — Comune, nelle rupi.
Cynosurus cristatus L. — H caesp — Comune, nei prati.
Cynosurus echinatus L. — T scap — Sporadica, nei pratelli.
Cynosurus gracilis Viv. — T scap — Comune, nei prati.
Briza maxima L. — T scap — Comune, nei prati.
Dactylis glomerata L. — H caesp — Comune, nei prati.
Poa pratensis L. — H caesp — Comune, nei prati.
Poa bulbosa L. — H caesp — Comune, nei prati.
Vulpia geniculata (L.) Link — T caesp — Comune, nei pascoli aridi.
Vulpia ciliata (Danth.) Link — T caesp — Comune, nei pascoli aridi.
Vulpia myuros (L.) Gmelin — T caesp — Comune, nei pascoli.
Melica minuta L. — H caesp — Comune, nei prati.
Lolium rigidum Gaudin — T scap — Comune, nei prati.
Lolium perenne L. — H caesp — Comune, nei prati.
Bromus fasciculatus Presl — T scap — Comune, nei pascoli aridi.
Bromus sterilis L. — T scap — Comune, nei pascoli.
Bromus madritensis L. — T scap — Comune, nei prati.
Bromus intermedius Guss. — T scap — Sporadica, nei pascoli aridi.
Bromus hordeaceus L. — T scap — Comune, nei prati.
Brachypodium ramosum (L.) R. et S. — H caesp — Comune, pascoli aridi.
Brachypodium distachyum (L.) Beauv. — T scap — Comune, pratelli.
Aegilops geniculata Roth — T scap — Comune, nei prati.
Aegilops triuncialis — T scap — Comune, nei prati.
Avena sativa L. — T scap — Comune, campi e cigli dei sentieri.

- Avena barbata* Potter — T scap — Comune, cigli dei sentieri.
Avena sterilis L. — T scap — Comune, nei prati.
Lophochloa cristata (L.) Hyl. — T caesp — Comune, lungo i sentieri.
Polygonum monspeliensis (L.) Desf. — T scap — Comune.
Lagurus ovatus L. — T scap — Comune, sotto i cespugli.
Aira caryophylla L. — T scap — Comune, pratelli nella macchia.
Stipa bromoides (L.) Dörf. — H caesp — Comune, nella lecceta.
Stipa capensis Thunb — T scap — Comune, pascoli aridi.
Oryzopsis miliacea (L.) Asch. et Schweinf. — H caesp — Comune, nelle zone più calde e lungo le vie.
Cymbopogon hirtus (L.) Janchen — H caesp — Comune, prati aridi.

ARACEAE

- Arum italicum* Miller — G rhiz — Sporadica, prati, muri e macerie.
Arum pictum L. fil. — G rhiz — Sporadica, luoghi ruderali.
Arisarum vulgare Targ.-Tozz. — G rhiz — Comune, nei cespugli.
Ambrosinia bassii L. — G rhiz — Sporadica, nelle radure.

CYPERACEAE

- Carex distachya* Desf. — H caesp — Comune, luoghi umidi ed ombrosi.
Carex divulsa Stokes — H caesp — Comune, nei prati.
Carex divisa Hudson — G rhiz — Comune, nei pratelli umidi della macchia.
Carex hallerana Asso — H caesp — Comune, nella lecceta.
Carex punctata Gaudin — H caesp — Comune, nei siti umidi.
Carex microcarpa Bertol. ex Moris — H caesp — Comune, nei pratelli umidi.
Carex flacca Schreber — G rhiz — Comune, nei prati.
Holoschoenus romanus (L.) Fritsch — G rhiz — Comune, luoghi umidi.
Schoenus nigricans L. — H caesp — Comune, nei prati umidi.
Cyperus longus L. ssp. *badius* (Desf.) Asch. et Gr. — G rhiz — Sporadica, luoghi umidi.

ORCHIDACEAE

- Barlia robertiana* (Loisel.) W. Greuter — G bulb — Comune, prati, margini della lecceta, bordi dei sentieri.

- Ophrys fusca* Link ssp. *iricolor* (Desf.) K. Richter — G bulb — Sporadica, nei prati sassosi.
- Orchis papilionacea* L. ssp. *grandiflora* (Boiss.) H. Baumann — G bulb — Comune, nei prati.
- Orchis longicornu* Poirer — G bulb — Comune, nei prati.
- Orchis mascula* (L.) L. ssp. *ichnusae* Corrias — G bulb — Comune, nei prati sassosi.

DISCUSSIONE

Dall'elenco floristico emerge che il contingente rilevato risulta numericamente piuttosto modesto se paragonato ad altre zone calcaree della Sardegna (Tabella 2) ma consistente se rapportato alla superficie esplorata.

TABELLA 2

Spettro biologico (valori %) del Tacco di Ticci comparato con quello di altre zone calcaree della Sardegna (da BALLERO *et al.*, 1991, integrato)

Località	Tot.	P	Ch	H	G	T	Varie
Tacco di Ticci	442	12	7	33	11	37	—
M.te Albo	653	10	7	26	13	43	0.8
M.te Marganal	597	12	6	29	14	38	1
M.te Tuttavista	224	11	7	17	9	54	0.4

Le *Compositae* sono le più numerose con 52 specie rappresentando il 12% della flora locale, seguono le *Leguminosae* con 47 specie (10%) e le *Gramineae* con 34 (7%).

Lo spettro biologico del Tacco (Tabella 2) evidenzia un'alta percentuale di emicriptofite e di terofite. Il disboscamento operato con tagli e incendi congiuntamente alle avversità climatiche, oltre ad impedire la ricostituzione del manto arboreo, favoriscono l'erosione dei suoli. Questo fatto è confermato dalla presenza di un elevato numero di geofite il cui valore (11%) è superiore alla media regionale (10%) pur non scostandosi da quanto emerso in situazioni edafiche analoghe.

Il numero delle camefite (7%) non è eccessivo, non lo è soprattutto nelle garighe cacuminali dove viceversa domina la componente terofitica formata da specie eliofile invasive derivate da eventi distruttivi relativamente recenti.

Le fanerofite sono rappresentate prevalentemente da alberelli, raramente trattati a ceduo, riuniti in una lecceta mesofila ascrivibile, dal punto di vista fitoclimatico secondo gli schemi proposti da ARRIGONI (1968) all'orizzonte freddo umido delle foreste montane del climax del leccio.

I valori espressi dagli elementi geografici individuati per la flora del Tacco (Tabella 3) evidenziano il netto carattere di mediterraneità e, in questo ambito, una significativa impronta Nord-Occidentale.

TABELLA 3

Elementi geografici (secondo SCHIMDT, 1933) relativi alla flora del Tacco di Tici

End	Cos-mopo	Atl	Q. T. A.	EurAs	W Medit	Eumedit	E Medit	S Medit	Medit Mont	Step Afr
41	49	12	9	52	100	145	18	16	2	5

Appaiono deboli i rapporti di questa area regionale con il dominio Nord africano e con quelli orientali viste le probabili difficoltà incontrate dai vegetali nell'attraversare quelle connessioni territoriali allora esistenti (HOLDHAUS, 1924).

E' basso anche il valore di specie ascritte a Q. T. A. sebbene quanto resta (*Taxus*, *Acer*, *Ilex*) faccia pensare a un contingente pregresso forse più compatto e numericamente importante rarefatti però nel tempo e nello spazio sia per i continui disboscamenti, messi in atto per ampliare la superficie pascolativa, che per le sopraggiunte modificazioni climatiche. Permangono tuttavia ancora alcuni lembi di questa alleanza che in alcuni canali si presenta in uno stato soddisfacente. L'esiguità delle specie montano-mediterranee raccolte esclude decisamente qualsiasi aspetto strettamente orofilo.

Il contingente delle entità endemiche (Tabella 4), diverse delle quali rivestono un valore fitogeografico notevole, è decisamente elevato rappresentando il 9% della flora locale.

Alcune specie (*Arum pictum*, *Urtica atrovirens*, *Genista corsica*, *Psoralea morisiana*, *Euphorbia cupanii*, *Stachys glutinosa*, *Ornithogalum sandalioticum*, *Santolina insularis*, *Ptilostemon casabonae*, *Romulea requienii*, *Crocus minimus*, *Pancratium illyricum*,

TABELLA 4

Corologia e tipologia degli endemismi (secondo ARRIGONI *et al.*, 1976-1991) presenti sul Tacco di Ticci. Sa = Sardegna, Si = Sicilia, Co = Corsica, AT = Arcipelago Toscano, Ga = Francia meridionale, BI = Baleari

<i>Aristolochia tyrrhena</i>	Sa	Endemovic
<i>Aquilegia nugorensis</i>	Sa	Endemovic
<i>Iberis integerrima</i>	Sa	Endemovic
<i>Morisia monantha</i>	Sa	Paleoend
<i>Psoralea morisiana</i>	Sa	Paleoend
<i>Hellianthemum morisianum</i>	Sa	Schizoend
<i>Polygala sarda</i>	Sa	Endemovic
<i>Limonium morisianum</i>	Sa	Paleoend
<i>Glechoma sarda</i>	Sa	Neoend
<i>Cymbalaria muelleri</i>	Sa	Paleoend
<i>Campanula forsythii</i>	Sa	Endemovic
<i>Helichrysum saxatile</i>	Sa	Paleoend
<i>Santolina insularis</i>	Sa	Endemovic
<i>Scorzonera callosa</i>	Sa	Endemovic
<i>Orchis mascula</i> ssp. <i>ichnusae</i>	Sa	Schizoend
<i>Polygonum scoparium</i>	Sa-Co	Endemovic
<i>Silene nodulosa</i>	Sa-Co	Schizoend
<i>Helleborus argutifolius</i>	Sa-Co	Schizoend
<i>Saxifraga cervicornis</i>	Sa-Co	Schizoend
<i>Genista corsica</i>	Sa-Co	Paleoend
<i>Euphorbia semiperfoliata</i>	Sa-Co	Schizoend
<i>Stachys corsica</i>	Sa-Co	Paleoend
<i>Thymus herba-barona</i>	Sa-Co	Paleoend
<i>Hieracium zizianum</i> ssp. <i>sardonium</i>	Sa-Co	Neoend
<i>Ornithogalum sandalioticum</i>	Sa-Co	Schizoend
<i>Borago pygmaea</i>	Sa-Co-AT	Paleoend
<i>Stachys glutinosa</i>	Sa-Co-AT	Paleoend
<i>Scrophularia trifoliata</i>	Sa-Co-AT	Schizoend
<i>Pancreatium illyricum</i>	Sa-Co-AT	Paleoend
<i>Crocus minimus</i>	Sa-Co-AT	Paleoend
<i>Romulea requienii</i>	Sa-Co-AT	Schizoend
<i>Carex microcarpa</i>	Sa-Co-AT	Paleoend
<i>Urtica atrovirens</i>	Sa-Co-AT-BI	Patroend
<i>Arenaria balearica</i>	Sa-Co-AT-BI	Paleoend
<i>Mentha insularis</i>	Sa-Co-AT-BI	Paleoend
<i>Cymbalaria aequitriloba</i>	Sa-Co-AT-BI	End progr
<i>Arum pictum</i>	Sa-Co-AT-BI	Paleoend
<i>Ptilostemon casabonae</i>	Sa-Co-AT Ga	Paleoend
<i>Bellium bellidoides</i>	Sa-Co-BI	Schizoend
<i>Delphinium pictum</i>	Sa-Co-BI-Ga	Paleoend
<i>Euphorbia cupanii</i>	Sa-Co-SI	Paleoend

Helianthemum morisianum) non sembrano vincolate a nessuna situazione edafica ritrovandosi, nell' ambito dell' area esplorata, un po' dovunque. La distribuzione di altre (*Aquilegia nugorensis*, *Hieracium zizianum* ssp. *sardonium*, *Saxifraga cervicornis*, *Iberis integerrima*, *Stachys corsica*, *Limonium morisianum*, *Cymbalaria muelleri*, *Campanula forsythii*, *Helichrysum saxatile*, *Aristolochia tyrrhena*) in questa area calcarea è invece limitata a poche stazioni rupestri mentre a più ampia diffusione, seppur non del tutto comuni, sono: *Silene nodulosa*, *Morisia monantha*, *Glechoma sardoa*, *Cymbalaria aequitribloba*, *Scorzonera callosa*, *Thymus herba-barona*.

Euphorbia semiperfoliata, *Delphinium pictum*, *Carex microcarpa*, *Scrophularia trifoliata*, *Bellium bellidioides*, *Mentha insularis*, *Arenaria balearica*, *Polygonum scoparium*, *Helleborus argutifolius*, *Borago pygmaea* sono presenti solo nelle zone più fresche, così come nei pratelli si localizzano *Polygala sardoa* ed *Orchis mascula* ssp. *ichnusae*.

Analizzando in modo più approfondito la corologia di queste entità emerge l'alto contingente di paleoendemismi (16) così come un consistente numero di schizoendemiche (10) e di endemismi vicarianti. Queste tre categorie indicano un potere conservativo, nei riguardi della flora autoctona, di questo ambiente dovuto indubbiamente al suo isolamento territoriale per quanto non risulta così accentuato da spingere la componente vegetale verso quella selezione capace di caratterizzarla in modo più significativo.

Dal lato ecologico emerge l'ampia valenza edafica di buona parte di questi endemismi sebbene non siano pochi quelli litofili e rupicoli se non del tutto casmofili.

Dal lato distributivo è facile constatare ancora l'alto numero (15) di specie con areale ristretto alla Sardegna fra cui diverse sono le stenocore. Numerosi (10) sono gli endemismi cyrno-sardi così come i tirrenico-balearici (13) a conferma, qualora fosse necessario, dei contatti territoriali fra queste aree geografiche nell'Oligocene e Miocene.

Cymbalaria muelleri ed *Helianthemum morisianum* sono gli unici endemismi, di rango specifico, esclusivi di questo distretto floristico. In entrambi i casi si tratta di specie evolutesi in loco, per processi di differenziazione assai remoti, in modo indipendente.

In definitiva, possiamo osservare che seppur nel suo insieme la flora del Tacco di Tici non appaia eccessivamente ricca di specie, anche per la ristrettezza dell'area, essa manifesta una

buona similitudine e un alto coefficiente di comunità con la flora dei calcarei della Sardegna centro-orientale. Il confronto con la flora dei Tonneri di Belvi e del Texile di Aritzo, zone ecologicamente analoghe e vicine, non apporta nessun elemento di un certo interesse per la incompletezza delle erborizzazioni a cui imputare l'esiguo numero di specie segnalate per queste due località. La assenza di alcuni endemismi calcicoli esclusivi del distretto Nord occidentale (ARRIGONI, 1983) come di quelle combinazioni floristiche originali, messe in evidenza in modo significativo nei rilevamenti effettuati in zone calcaree vicine (ARRIGONI, 1991), ci impedisce di assegnare al Tacco di Sadali una precisa collocazione nell'ambito di questo distretto. Ciò andrebbe collegato alle maggiori pressioni e interferenze antropiche a cui questa area calcarea è stata sottoposta. Per la presenza di alcuni elementi tipici delle leccete acidofile, presenti sugli scisti circostanti, è possibile individuare sul Tacco di Ticci una sorta di stadio di transizione da questi boschi mesofili verso quella flora orofila e casmofila tipica dei rilievi calcarei della Sardegna.

RIASSUNTO

In questo contributo gli autori presentano i risultati scaturiti dalle erborizzazioni effettuate nel Tacco di Ticci, altopiano, calcareo della Sardegna centrale. Le ricerche effettuate hanno consentito di rilevare un contingente floristico di 442 specie, ascrivibili a 80 famiglie e 303 generi. Notevole è il numero delle specie endemiche (41) molte delle quali rivestono un interessante ruolo fitogeografico.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- ARRIGONI, P. V.
1968 Fitoclimatologia della Sardegna. *Webbia* 23: 1-100.
- ARRIGONI, P. V. et al.
1976-1991 Le piante endemiche della Sardegna. 1-202. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.* 17-27.
- ARRIGONI, P. V.
1983 Aspetti corologici della flora sarda. *Lav. Soc. Ital. Biogeogr.* 8: 83-109.
1991 La vegetazione delle montagne calcaree della Sardegna centro-orientale. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.* 28: 201-310.
- BALLERO, M. & ANGIOLINO, C.
1991 La flora del Massiccio del Marganai (Sardegna sud-occidentale). *Webbia* 46(1): 81-106.

- BARTOLO, G. & LECIS, A.
1981 Sadali e le sue grotte. Celt, Cagliari.
- CAMARDA, I.
1984 Studi sulla flora e sulla vegetazione del Monte Albo (Sardegna centro orientale). 1. La Flora. *Webbia* 37(2): 283-327.
- FERRARINI, E., CIAMPOLINI, F., PICHI SERMOLLI, R. G. E. & MARCHETTI, D.
1986 Iconographia Palynologica Pteridophytorum Italiae. *Webbia* 40(1): 1-202.
- GREUTER, W., BOURDET, H. M. & LONG, G.
1984-1986 Med-Cecklist. 1-3. Geneve.
- GREUTER, W. & RAUS, T.
1980-1987 Med-Cecklist Nctulae, 1-4. *Willdenowia* 10-16.
- HOLDHAUS, K.
1924 Das Tyrrhenisproblem Zoogeographische Untersuchungen unter besonderer Berücksichtigung der Koleopteren. *Annales des Naturhist Museums in Wien*. Wien.
- JALAIS, J. & SUOMINEN, J.
1972-1986 Atlas Florae Europaea. 1-6. Helsinki.
- MARTINOLI, G.
1956 Contributo allo studio della Vegetazione dei calcari dolomito-giurassici della Sardegna: Vegetazione del Texile di Aritzo e Toneri di Belvi (Sardegna centrale). *Nuovo Giorn. Bot. Ital.*, n. s., 63(1):1-19.
1967 La vegetazione dei Monti di Oliena. *Giorn. Bot. Ital.* 73(4-6): 260-262.
- MARTINOLI, G. & PIRODDI, M.
1956 Flora e Vegetazione del Monte Tuttavista (Golfo di Orosei — Sardegna). *Webbia* 12(1): 147-175.
- PIGNATTI, S.
1982 Flora d'Italia: I-II-III. Edagricole Edit. Bologna.
- SCHMID, E.
1933 Beiträge zur Flora der Insel Sardinien. *Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich* 78: 232-255.
- THORNTHWAITE, C. W.
1948 An approach toward a rational classification of climat. *Geogr. Rev.* 38: 55-94.
- TUTIN, T. G. et al. Eds.
1964-1980 Flora Europaea. 1-5. University Press., Cambridge.

El género *Lauzaca* Cass. (Crepiniaceae, Lactuceae, Asteraceae), de origen centro-asiático, agrupa a unas 70 especies (AMIN, 1980: 111) distribuidas, principalmente, por territorios de las regiones Saharo-Arábica, Mediterránea e Irano-Turánica, existen

* Departamento de Biología Vegetal (U. D. Botánica), Universitat de València, C/ Dr. Moliner, s/n. 46100-Burjassot, València (ESPAÑA).

** Jardí Botànic de València, C/ Beat Gaspar de Bono, s/n. 46003-València (ESPAÑA).

ESTUDIO CARPOLÓGICO DEL GÉNERO *LAUNAEA* CASS. (*ASTERACEAE*) EN EUROPA

I. MATEU* & J. GÜEMES**

Recibido el 26-VIII-92.

RESUMEN

Se realiza el estudio carpológico de las especies europeas del género *Launaea* Cass. (*Asteraceae*). Se comenta el interés taxonómico de los caracteres morfológicos observados mediante microscopía óptica y electrónica de barrido y se analiza el interés de las caracteres métricos. El análisis de todos los datos permite discriminar por los frutos todas las especies estudiadas. Se propone una clave basada exclusivamente en los caracteres carpológicos para la identificación específica.

SUMMARY

The carpological study of the european species of the genus *Launaea* Cass. (*Asteraceae*) is presented. The taxonomic interest of the metric and morphological characters (both at optic and scanning electron microscopy) are analyzed, being possible the discrimination of all the studied taxa at the specific rank. This enables us to propose a key, based on the carpological characters, for the identification of the species.

INTRODUCCIÓN

EL género *Launaea* Cass. (*Crepidinae*, *Lactuceae*, *Asteraceae*), de origen centro-asiático, agrupa a unas 70 especies (AMIN, 1980: 111) distribuidas, principalmente, por territorios de las regiones Saharo-Arábica, Mediterránea e Irano-Turaniana, existen

* Departamento de Biología Vegetal (U. D. Botánica), Universitat de València. C/ Dr. Moliner, s/n. 46100-Burjassot, València (ESPAÑA).

** Jardí Botànic de València, C/ Beat Gaspar de Bono, s/n. 46008-València (ESPAÑA).

además algunos representantes en la India y África Tropical (FEINBRUN-DOTHAN, 1978: 429). Las especies presentan, en general, distribución reducida y existen numerosos endemismos locales.

En Europa, dejando a parte la dudosa cita de *L. mucronata* (Forskål) Muschler en Macedonia, sólo existen seis especies. De ellas *L. cervicornis* (Boiss.) Font Quer & Rothm. es endémica de las Islas Baleares y *L. pumila* (Cav.) O. Kuntze lo es del sureste de la Península Ibérica; *L. fragilis* (Asso) Pau habita en zonas áridas de Sicilia y la mitad oriental de la Península Ibérica, mientras que *L. arborescens* (Batt.) Murb., *L. lanifera* Pau y *L. nudicaulis* (L.) Hooker fil. se presentan en las zonas áridas y semiáridas del sureste de la Península Ibérica (BOULOS, 1976: 326).

En general, en la tribu *Cichorieae* no existen buenos caracteres vegetativos diferenciales y por ello han sido buscados otros elementos discriminantes. STEBBINS (1953: 68) hace una propuesta de división de la tribu *Cichorieae* que apoya en los caracteres del polen, aquenio, vilano y estigma.

Del mismo modo, el género *Launaea* tampoco presenta buenos caracteres vegetativos diferenciales siendo difícil, con frecuencia, la determinación tanto de material prensado como fresco (ZAFRAN, 1967: 195). Por este motivo han sido buscados caracteres no relacionados con la forma de las hojas y el tallo para diferenciar las especies y divisiones supraespecíficas. AMIN (op. cit.) efectuó una revisión completa de los diversos caracteres morfológicos, discutiendo el interés taxonómico de cada uno de ellos. ZAFRAN (op. cit.) estudió la estructura anatómica de los tallos de las especies norteafricanas y propuso una clave que, en la mayoría de los casos, permitía la discriminación específica. Recientemente GINER & al. (1992) han analizado el interés taxonómico de los compuestos fenólicos de los representantes ibéricos del género.

El empleo de los frutos para la diferenciación taxonómica de las Compuestas es antiguo y en numerosos tratados, floras o revisiones se hace referencia más o menos detallada a los caracteres carpológicos. HOFFMAN (1894: 367) y STEBBINS (op. cit.) los utilizaron para justificar la ordenación taxonómica de la tribu *Cichorieae*.

En el género *Launaea*, AMIN (op. cit.: 114) discute el interés de los frutos en la determinación específica, señalando la existencia de polimorfismo entre los de un mismo capítulo, aunque no entra a valorar si existen caracteres diferenciales a nivel específico.

El polimorfismo de los frutos de *Launaea*, junto a la desigual atención prestada a ellos por los distintos autores ha dado lugar a que fueran poco utilizados en las claves, prestándose más atención los caracteres vegetativos (cf. BOISSIER, 1875; FEINBRUN-DOTHAN, op. cit.; BATTANDIER, 1890; RECHINGER, 1977), aunque han servido en ocasiones para justificar la propuesta de nuevas especies (cf. BATTANDIER, 1888: 391-392; MAIRE, 1926: 120).

Hasta la fecha no ha sido realizado ningún trabajo específico de estudio y descripción de las cipselas y su aplicación a la taxonomía y sistemática del género *Launaea*, por ello, y por su innegable interés taxonómico, nos hemos planteado el estudio carpológico de los representantes europeos del género.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio de las cipselas de *Launaea* se realizó con la ayuda de lupa binocular, microscopio óptico (MO) y electrónico de barrido (MEB).

De las siete especies presentes en el área de estudio se estudian una media de cuatro poblaciones (Anexo I). Las medidas han sido realizadas sobre una media de 10 frutos por población, siempre maduros y bien desarrollados y tomados tanto del exterior como del interior del capítulo. No se tuvieron en cuenta los frutos estériles, que son abundantes y fáciles de distinguir de los fértiles.

De cada taxon se estudió, además de los caracteres métricos (longitud, anchura y relación vilano/aquenio), la forma, color y ornamentación del aquenio; la estructura anatómica; y la forma de las secciones transversal y longitudinal.

Las medidas se tomaron directamente de los frutos con la ayuda de lupa binocular, con la que también se realizaron los dibujos.

El estudio anatómico se realizó previa sección de los aquenios con microtomo de congelación. Los cortes fueron transversales y se realizaron siempre en la zona central del fruto.

Para la observación de la zona cipselas al MEB, éstas fueron montadas directamente sobre pedestales y sombreadas con oropaladio durante cinco minutos.

En el uso de la terminología se ha seguido a FONT QUER (1989) y STEARN (1983).

RESULTADOS

Cipselas alargadas, de forma prismática, subprismática o fusiforme. Externamente se distinguen 4-5 costillas soldadas lateralmente que dan al fruto aspecto estriado y que se unen en la base del fruto se formando una corona sobresaliente. En cada una de las costillas se distinguen 3-4 nervios sobresalientes, de los cuales el central está más marcado que los laterales. La ornamentación puede ser papilosa o rugosa, siendo éste un carácter propio de cada especie. La densidad de la ornamentación es variable entre los frutos de un mismo capítulo, siendo, generalmente, menos marcada en los internos. Color marrón claro u oscuro. Vilano sentado, formado por varias filas de pelos simples y escábridos, que permanece sobre el aquenio en la madurez, de longitud similar a la del aquenio o hasta 2.5 veces mayor.

Subgen. *Zollikoferia* DC.***L. fragilis* (Asso) Pau (Lám. II, fig. 1)**

Cipsela de $5-7 \times 0.5-0.7$ mm de longitud y anchura máximas, respectivamente. Forma prismática, sección longitudinal rectangular, y transversal elíptica. Presenta cuatro costillas cada una de las cuales tiene tres nervios. La superficie puede ser lisa o diversamente papilosa, variando desde cipselas lampiñas a otras densamente cubiertas de papilas (Lám. I, fig. 3). El color varía de blanco a marrón oscuro, siendo igual en toda la superficie de la cipsela. La variación en el color y en el recubrimiento de papilas, no puede atribuirse al grado de madurez ya que pueden encontrarse frutos de diversos colores y densidad de papilas en una misma cabezuela. Vilano de 8-13 mm, siendo la relación entre la longitud del vilano y de la cipsela (V/C) de 1.5-2.

***L. pumila* (Cav.) O. Kuntze (Lám. II, fig. 2)**

Cipsela de $4.5-6.5 \times 0.5-1$ mm. La forma es prismática, de sección longitudinal rectangular y transversal elíptica, apenas estrechada en los extremos superior e inferior. Presenta cuatro costillas longitudinales, cada una de las cuales consta de tres o, a veces, cuatro nervios, que pueden apreciarse con claridad en la sección transversal. En la superficie aparecen células rectan-

gulares y sobre ella pueden aparecer papilas con densidad variable, por lo que se pueden encontrar desde frutos lampiños (Lám. I, fig. 4) a otros densamente papilosos. Color siempre marrón. Vilano de 10-13 mm, la relación V/C varía entre 1.5-2.6.

Subgen. *Microrhynchus* Less.

L. nudicaulis (L.) Hooker fil. (Lám. II, fig. 3)

Cipselas de $3.5-4.2 \times 0.6-0.9$ mm. Frutos subprismáticos y ligeramente curvados dorsalmente, con sección longitudinal subrectangular y transversal elíptica. Presentan cinco costillas longitudinales, constandingo cada una de ellas de tres nervios, a veces cuatro, de los que el central es mayor que los laterales (Lám. I, fig. 5). La superficie está formada por células rectangulares, con rugosidad transversal distribuida uniformemente por todo el aquenio o más evidente en el nervio central que en los laterales de cada costilla (Lám. I, fig. 6). El color varía de blanco a marrón oscuro, siendo frecuente que el nervio central de cada costilla sea de color más claro que el resto del fruto. Vilano de 7-9 mm, la relación V/C es de 2-2.3.

Subgen. *Acanthosonchus* (Schultz-Bip.) Hoffman

L. arborescens (Batt.) Murb. (Lám. II, fig. 5)

Cipsela de $2.8-3.5 \times 0.5-1.1$ mm. Frutos fusiformes, fuertemente atenuados en la base (Lám. I, fig. 1), ligeramente curvados dorsalmente; sección longitudinal subtrapezoidal, la transversal anguloso-elíptica. Presenta cinco costillas longitudinales, cada una de ellas con cuatro gruesos nervios. Los frutos maduros son de color marrón oscuro y están diversamente cubiertos de papilas alargadas, encontrándose desde frutos totalmente lisos a densamente papilosos. El color y la forma son semejantes en todos los frutos fértiles del capítulo. Vilano de 6-9 mm, la relación V/C es de 2-2.8.

L. cervicornis (Boiss.) Font Quer & Rothm. (Lám. II, fig. 6)

Cipsela de $2.3-2.5 \times 0.5-0.7$ mm. Forma fusiforme, ligeramente curvada (Lám. I, fig. 2), levemente atenuada hacia la base. La sección longitudinal es subtrapezoidal, y la transversal ovalada-angular. Los frutos maduros son lisos o levemente papilosos, de

color marrón oscuro o claro. Presentan cinco costillas, cada una de las cuales tiene tres nervios. El color y la forma son semejantes en todos los frutos del capítulo, quedando sólo los estériles deformados y lineares. Vilano de 3.8-4.5 mm, la relación V/C es de 1.6-1.9.

L. lanifera Pau (Lám. II, fig. 4)

Cipsela de $4.5 \times 0.5-0.7$ mm. Forma subprismática, recta, no atenuada hacia los extremos (Lám. I, fig. 7). La sección longitudinal es subrectangular, y la transversal cuadrado-trapezoidal. Los frutos maduros son lisos o diversamente rugosos; presentan cinco costillas anchas en cada una de las cuales se distinguen 4-5 nervios. El color es siempre marrón claro. Vilano de 5-8 mm, la relación V/C es de 1.1-1.4.

Hemos podido observar un segundo tipo de cipsela que aparece con cierta frecuencia en los capítulo de *L. lanifera* y que puede llegar a ser el único tipo desarrollado. Este fruto es liso, ventricoso (Lám. I, fig. 8), de color claro y sin costillas evidentes, de longitud semejante al anterior, pero que alcanza una anchura de 1.5-2 mm. Hemos podido comprobar que se trata de frutos de desarrollo anormal, debido a la acción de un insecto parásito, cuyas larvas se desarrollan en el interior.

DISCUSIÓN

El estudio carpológico de las especies europeas del género *Launaea*, permite disponer de buenos caracteres discriminantes a nivel específico. Es frecuente encontrar frutos estériles que no se confunden con los fértiles ya que son deformes, lineares, irregulares y muy claros. Los caracteres que presentan mayor constancia son los relativos a forma, tamaño y relación vilano/cipsela (V/C). Por el contrario, la ornamentación y el color son relativamente variables. Aunque la densidad de la ornamentación puede variar incluso entre frutos de una misma inflorescencia, el tipo se mantiene constante para cada especie, siendo rugosa en *L. nudicaulis* y *L. lanifera*, y papilosa en *L. fragilis*, *L. pumila*, *L. cervicornis* y *L. arborescens*.

El polimorfismo que algunos autores han observado en las cipselas de *Launaea* (AMIN, op. cit.: 114) es, pues, sólo relativo a los matices del color y la ornamentación. En ejemplares de una

población e incluso en un único capítulo, se encuentran aquenios semejantes en cuanto a los caracteres de forma y tamaño, pero que presentan cierta variabilidad en la ornamentación y el color. Generalmente, los aquenios del interior del capítulo son más oscuros y con ornamentación menos marcada e incluso glabros, mientras que los frutos externos son más claros y con ornamentación más desarrollada y densa, existiendo entre ellos una gradación progresiva relativa a estos caracteres.

En *L. lanifera* hemos encontrado dos tipos de aquenios marcadamente distintos en todos sus caracteres, uno prismático y otro ventricoso, aunque como ya hemos indicado este último se trata de un fruto atacado por insectos. Consideramos que la descripción que BATTANDIER (1890: 556) hace de las cipselas de *Zollikoferia spinosa* debe atribuirse a las formas parasitadas de *L. lanifera*.

Los aquenios fueron utilizados por HOFFMAN (op. cit.) y BOISSIER (op. cit.) para fundamentar su propuesta de división infragenérica, sin embargo tras el estudio detallado de los frutos de las especies europeas, consideramos que no son un elemento característico del subgénero *Acantosochus* ya que encontramos aquenios fusiformes, algo aplastados, curvados y diversamente papilosos en *L. arborescens* y *L. cervicornis*, mientras que en *L. lanifera* los frutos son rectos, rugosos y subprismáticos.

Como conclusión, proponemos una clave carpológica basada en los caracteres de forma, ornamentación, tamaño y relación vilano/aquenio, que puede servir como complemento de los caracteres vegetativos para la discriminación de las especies europeas del género *Launaea*.

CLAVE

- A. — Cipsela fusiforme, de mayor anchura en el centro que en la base y el ápice B
 A'. — Cipsela prismática, con anchura semejante en toda su longitud C
 B. — Cipsela menor de 2.5 mm, relación V/A menor que 2 ... *L. cervicornis*
 B'. — Cipsela mayor de 2.8 mm, relación V/A mayor que 2 ... *L. arborescens*
 C. — Cipsela con cuatro costillas, superficie lisa o papilosa D
 C'. — Cipsela con cinco costillas, superficie lisa o rugosa E
 D. — Relación L/A del aquenio mayor que 10 *L. fragilis*
 D'. — Relación L/A del aquenio menor que 9 *L. pumila*
 E. — Relación V/A igual o mayor que 2 *L. nudicaulis*
 E'. — Relación V/A menor que 1.5 *L. lanifera*

TABLA 1

Resumen de los caracteres carpológicos discriminantes. Longitud de la cipsela (L. Cip.); Relación longitud/anchura de la cipsela (L/A); Longitud del vilano (L. Vil.); Relación entre la longitud del vilano y la del aguento (V/A); Forma de la cipsela (Forma); Número de costillas (N cost.); Número de nervios (N nerv.); Ornamentación (Ornam.). Todos los caracteres métricos se expresan en mm.

	L. Cip.	L/A	L. Vil.	V/A	Forma	N Cost	N nerv.	Ornam.
<i>L. fragilis</i>	5-7	10-13	8-13	1.5-2	prismática	4	12-14	papilosa
<i>L. pumila</i>	4.5-6.5	5.5-10	10-13	1.5-2.6	prismática	4	12-14	papilosa
<i>L. nudicaulis</i>	3.5-4.2	4.3-7	7-9	2-2.3	subprismática	5	14-15	rugosa
<i>L. arborescens</i>	2.8-3.5	2.7-5	6-9	2-2.8	fusiforme	5	15-20	papilosa
<i>L. lanifera</i>	4-5	7-12.5	5-8	1.1-1.4	subprismática	5	20-25	rugosa
<i>L. cervicornis</i>	2.3-2.5	3.6-6	3.8-4.5	1.6-1.9	fusiforme	5	25-35	papilosa

Anexo I — MATERIAL ESTUDIADO

Subgénero *Zollikoferia* DC.

L. fragilis (Asso) Pau

M: Chinchón, 19-VI-1966, *J. Bellot & M. E. Ron*, VF 9912.

Te: Alcañiz, 27-V-1989, *G. Mateo*, VAB 891171.

V: El Saler, dunas, 11-V-1987, *E. Burgaz, I. Mateu & J. Güemes*, VAL 8354; Oliva, dunas de la playa, 15-V-1985, *A. Aguilera*, VAL 10846; Villatoya, *J. Alcober*, VAB.

L. pumila (Cav.) O. Kuntze

Gu: Yesos entre Huete y Buendía, 25-VI-1967, *J. Borja & S. Rivas Goday*, MA 187197.

L: Entre Balaguer y La Sentía de Sio, 12-VI-1985, *J. Pedrol*, MA 419233.

Lo: Aguilar de río Alhama, 29-VI-1988, *Amich & al.*, MA 456634.

Te: Alcañiz, hacia Caspe, 27-V-1989, *G. Mateo*, VAB 891175; Las minas de Ríodeva, 18-VI-1985, *G. Mateo & R. Figuerola*, VAB 85270; Villalba Baja, 20-VI-1987, *G. Mateo*, VAB 87239.

V: Serra, *Portaceli*, mayo 1984, *R. Figuerola*, VAB 841038.

Z: Zuera, 21-5-1978, *A. Segura Zubizarreta*, MA 354014.

Subgénero *Microrhynchus* Less.

L. nudicaulis (L.) Hooker fil.

Al: Almería, 18-V-1944, *Hno. Jerónimo*, MA 348375; Gádor, 11-IV-1921, Gros, MA 139634; entre Rioja y Tabernas, 2-VI-1974, *Rodríguez & Talavera*, MA 205011.

Mu: Cartagena, 21-IV-1905, *Ferriol*, MA 139636; Lorca, mayo 1964, *J. Borja*, MA 198513.

Subgénero *Acanthosonchus* (Schultz-Bip.) Hoffman

L. arborescens (Batt.) Murb.

Al: Cabo de Gata, 4-IV-1983, *G. Mateo & R. Lázaro*, VAB 84440; Cabo de Gata, 17-III-1985, *J. Güemes*, VAL 3760; Cerca de Tabernas, 12-XI-1981, *Losa, Socorro & Hurtado*, VAB.

Mu: Portman, abril 1982, *A. Aguilera*, VAB 82495; Portman hacia Cabo Negrete, 8-V-1988, *E. Barreno & al.*

L. cervicornis (Boiss.) Font Quer & Rothm.

PM: Andraix, 30-V-1935, MA 139717; Palma, 25-VI-1949, *Palau*, MA 139720.

L. lanifera Pau

Al: Almería, abril 1903, *C. Pau*, MA 139741; entre Puerto Lumbreras y Vélez Blanco, 11-IV-1985, *M. B. Crespo & al.*, VAB.

Gr: Castell de Ferro, mayo 1965, *J. Borja*, MA 205018.

Mu: Lorca, 4-V-1924, *Hno. Jerónimo*, MA 139735.

BIBLIOGRAFÍA

AMIN, A.

1980 A taxonomic revision of the genus *Launaea* Cass. (*Compositae*). I. General consideration. *Taechholmia* 9: 111-118.

BATTANDIER, J. A.

1888 Note sur quelques plantes d'Algérie rares ou nouvelles. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 35: 385-393.

1890 *Zollikoferia* DC. In: *Flore d'Algérie* 2 (Dicotylédones): 556-559. Alger.

BOISSIER, E.

1875 *Zollikoferia* DC. In: *Flora Orientalis* 3: 821-827. Gêneve & Basilea.

BOULOS, J.

1976 *Launaea* Cass. In: T. G. TUTIN & al. (Eds.). *Flora Europaea* 4: 326. Cambridge University Press. Cambridge.

FEINBRUN-DOTHAN, N.

1978 *Launaea* Cass. In: *Flora Palaestina* 3: 429-432. Jerusalem Academic Press. Jerusalem.

FONT QUER, P.

1989 *Diccionario de Botánica* (9ª ed.). Labor. Barcelona.

GINER, R. M.; J. DÍAZ; S. MAÑEZ; M. C. RECIO; C. SORIANO & J. L. RÍOS

1992 Phenolics of Spanish *Launaea* Species. *Bioch. Sys. Ecol.* 20: 187-188.

HOFFMAN, O.

1894 *Compositae (Cichorieae-Crepidinae)*. In: A. ENGLER & K. PRANTL (Eds.). *Die natürlichen Pflanzenfamilien* 4(5): 366-380. Leipzig.

MAIRE

1926 Contributions à l'étude de la Flore de l'Afrique du Nord. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord* 17: 109-126.

RECHINGER, K. H.

1977 *Launaea* Cass. In: K. H. RECHINGER (Ed.). *Flora Iranica* 122: 144-161. Akademische Druck Verlagsanstalt. Graz.

STEARN, W. T.

1983 *Botanical Latin* (3ª ed.). David & Charles Inc. North Pomfret.

STEBBINS, G. L.

1953 A new classification of the Tribe *Cichoreae*, Family *Compositae*.
Madroño 12: 65-81.

ZAFRAN, J.

1967 Notes sur le genre *Launaea* Cass. en Afrique du Nord et au Sahara.
Ann. Fac. Sc. Marseille 39: 195-210.

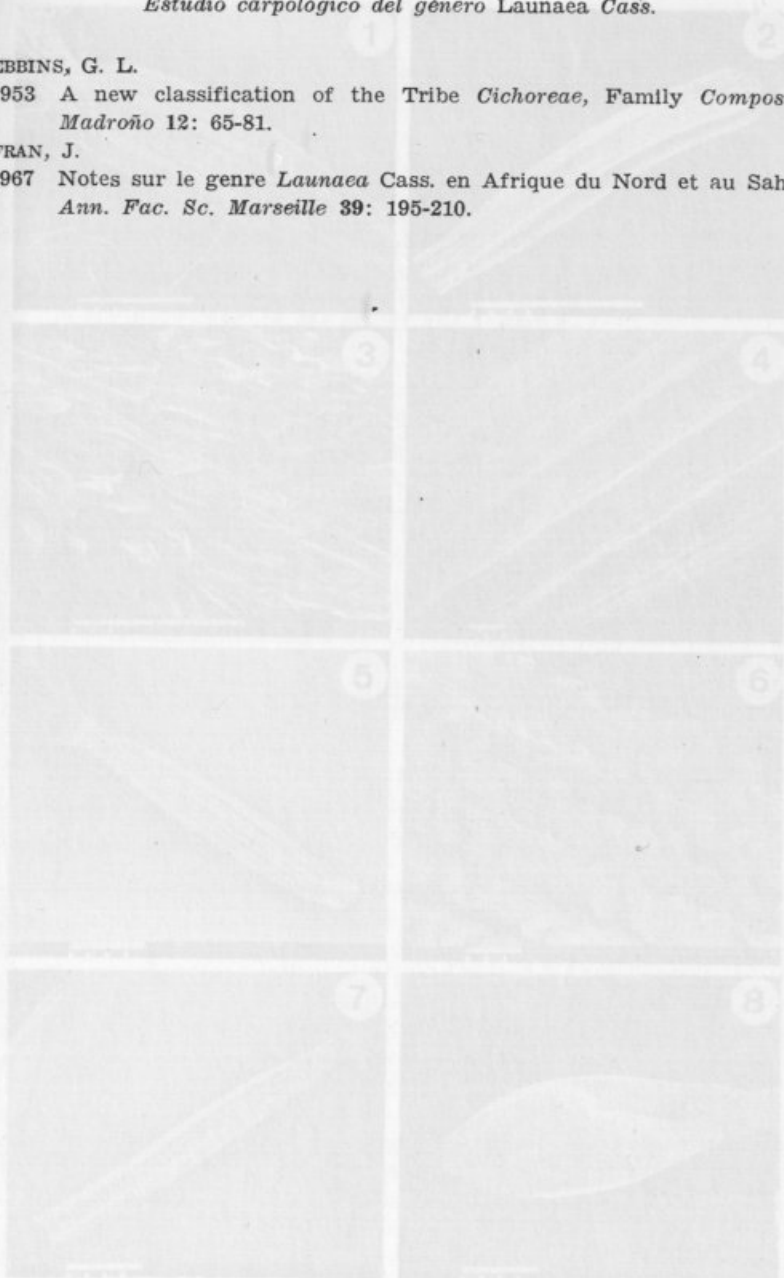


Fig. 1: *L. arborescens*, vista general del fruto; Fig. 2: *L. cervicornis*, vista general; Fig. 3: *L. fragilis*, detalle ornamentación papilosa; Fig. 4: *L. pumila*, cipsela lisa; Fig. 5: *L. sudicaulis*, vista general; Fig. 6: *L. sudicaulis*, detalle ornamentación rugosa; Fig. 7: *L. lanifera*, vista general; Fig. 8: *L. lanifera*, vista general cipsela parasitada por insecto. Las escalas de las Figuras 1, 2, 5, 7 y 8 equivalen a 1 mm; las de las Figuras 3, 4 y 6 equivalen a 0,1 mm.

- STREIBER, G. J. & B. J. BOYLE. 1983. A new classification of the tribe Cichorieae (Family Compositae). *Madroño* 12: 83-87.
1987. Notes sur le genre *Lanusa* Cass. en Algérie de l'ouest au sud-est. *Ann. Fac. Sc. Nouvelles* 89: 193-210.
1987. Notes sur le genre *Lanusa* Cass. en Algérie de l'ouest au sud-est. *Madroño* 12: 83-87.

L. lanifera Pau

- Al: Almería, abril 1903. *C. Pau*, MA 139741; entre Puerto Lumbreras y Vñer Blanco, 11-IV-1935. *M. B. Orsogo & al.*, VAB.
- Gr: Castell de Ferro, mayo 1935. *J. Sorja*, MA 205018.
- Mu: Lorca, 4-V-1924. *Em. Jerónimo*, MA 139735.

BIBLIOGRAFIA

- AMEN, A. 1950. A taxonomic revision of the genus *Lanusa* Cass. (Compositae). I. General consideration. *Zoobohemia* 9: 111-124.
- BATTANDIER, J. A. 1888. Note sur quelques plantes d'Algérie rares ou nouvelles. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 23: 285-292.
1890. *Zoobohemia* 19: In: *Flora d'Algérie 2* (Dicotylédones): 325-329. Alger.
- BONPLAND, E. 1815. *Zoobohemia* 10: In: *Flora Orientalis* 3: 321-327. Gèneve & Basile.
- BOUTON, J. 1974. *Lanusa* Cass. In: T. G. TUTIN & al. (Eds.). *Flora Europaea* 4: 320. Cambridge University Press, Cambridge.
- FENKEL-DOYRAN, N. 1973. *Lanusa* Cass. In: *Flora Palaestina* 3: 429-432. Jerusalem Academic Press, Jerusalem.
- FONT-QUEL, P. 1880. *Diccionario de Botánica* (2ª ed.). Labor, Barcelona.
- GINO, R. M.; J. DÍAZ; S. MARÍN; M. C. ESCOBAR; C. SORIANO & J. L. RÍOS. 1987. Phenetics of Spanish *Lanusa* species. *Swed. Bot. Soc. Festschr.* 20: 157-164.
- HOFFMAN, O. 1883. *Compositae (Cichorieae-Crepidinae)*. In: A. ENGLER & K. PRANTL (Eds.). *Die natürlichen Pflanzenfamilien* 4(3): 355-380. Leipzig.
- MARÍN 1926. Contributions à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. *Bull. Soc. Bot. Nat. Afr. Nord* 17: 109-126.
- RECHINGER, K. H. 1977. *Lanusa* Cass. In: K. H. RECHINGER (Ed.). *Flora Iranica* 127: 144-161. Akademische Druck-Verlagsanstalt, Graz.
- STEARN, W. T. 1953. *Botanical Latin* (2ª ed.). David & Charles Inc. North Pomfret.

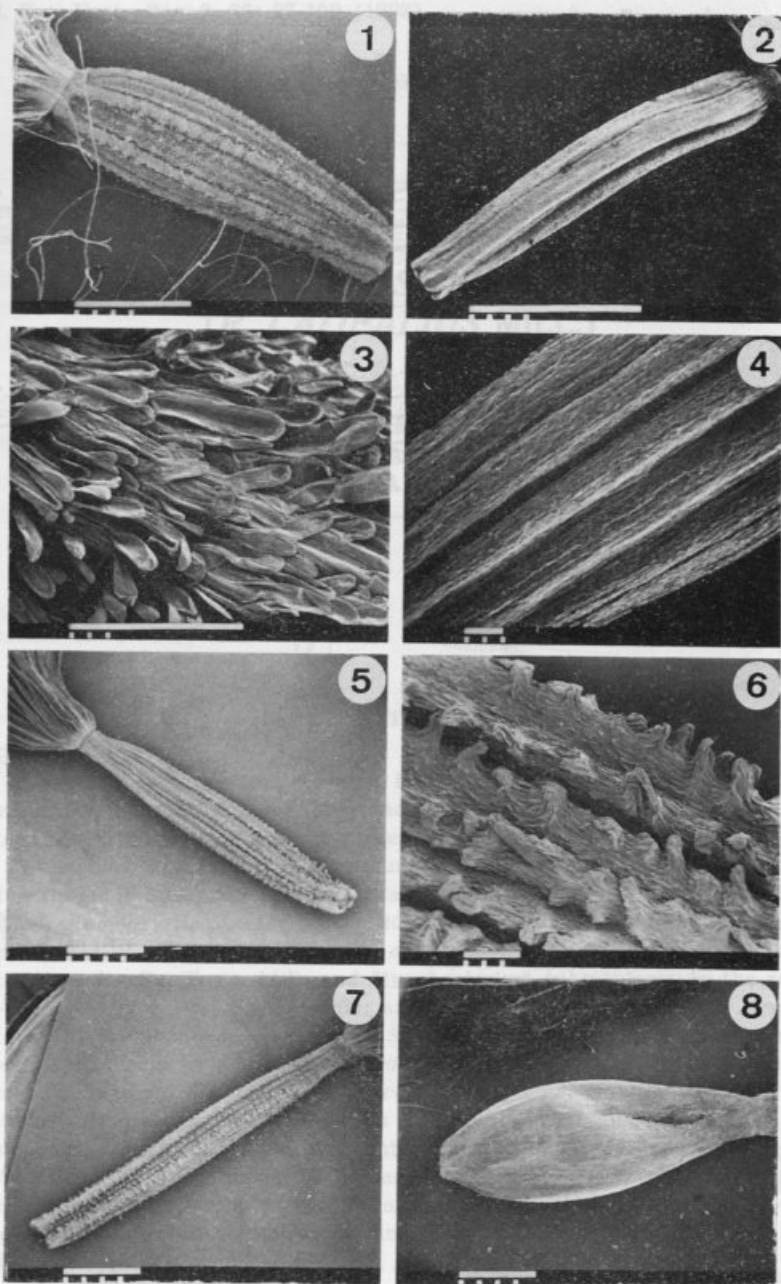
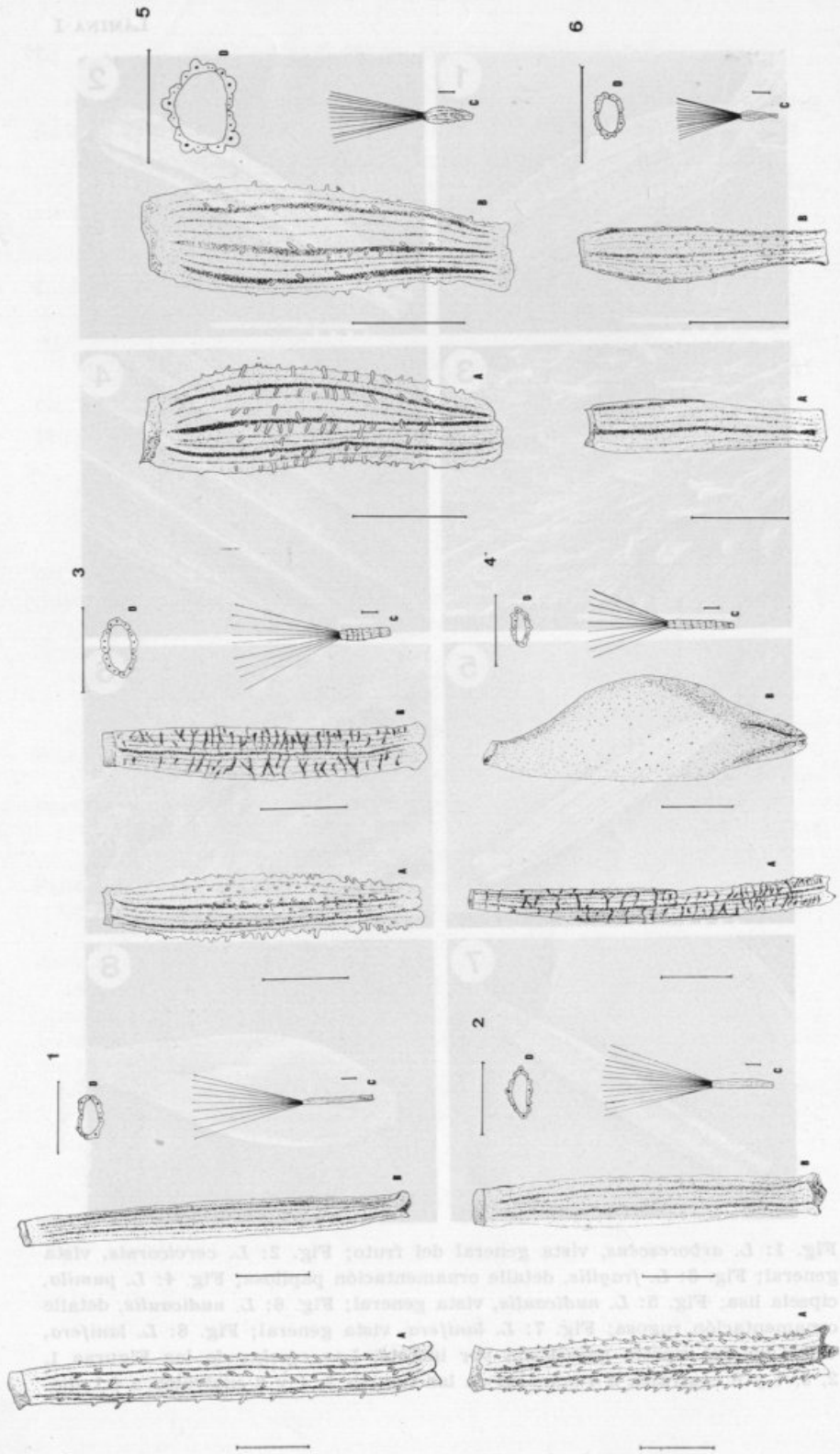


Fig. 1: *L. arborescens*, vista general del fruto; Fig. 2: *L. cervicornis*, vista general; Fig. 3: *L. fragilis*, detalle ornamentación papilosa; Fig. 4: *L. pumila*, cipsela lisa; Fig. 5: *L. nudicaulis*, vista general; Fig. 6: *L. nudicaulis*, detalle ornamentación rugosa; Fig. 7: *L. lanifera*, vista general; Fig. 8: *L. lanifera*, vista general cipsela parasitada por insecto. Las escalas de las Figuras 1, 2, 5, 7 y 8 equivalen a 1 mm; las de las figuras 3, 4 y 6 equivalen a 0.1 mm.



Frutos de *Launaea*: A y B) ampliación de las capselas; C) vista general; y D) sección de la zona central. 1) *L. fragilis*; 2) *L. pumila*; 3) *L. nudicaulis*, 4) *L. lanifera*; 5) *L. arborescens*; 6) *L. cervicornis*. Todas las escalas equivalen a 1 mm.

ATIVIDADES BIOLÓGICAS
DA *ROSMARINUS OFFICINALIS* L.
(*R. LATIFOLIUS* MILL.)

KÉSIA X. F. RIBEIRO DE SENA
MARIA SALOMÉ A. S. DE ANDRADE
ROSÁLIA C. LIMA
EDVALDO R. DOS SANTOS

Recebido em 9-XI-92.

ABSTRAT

The work was performed with leaves *Rosmarinus officinalis* extracts in methanol, ethanol, acetone, ethyl acetate, ether, chloroform, benzene and water. The ethyl acetate extract presented the best inhibition effect against the 22 test microorganisms The Monimum Inhibitory Concentration (MIC) was in the range 10-20 $\mu\text{g/ml}$ for *Bacilluts anthracis*, *Bacillus cereus* and *Mycobacterium smegmatis*; in the range 20-40 $\mu\text{g/ml}$ for *Staphylococcus aureus*, *Mycobacterium phlei* and *Nocardia asteroides*; 60-100 $\mu\text{g/ml}$ for *Streptococcus faecalis*, *Bacillus subtilis* and *Mycobacterium tuberculosis*; in the range 140-200 $\mu\text{g/ml}$ for *Proteus mirabilis*; and bigger than 200 $\mu\text{g/ml}$ for *Erwinia carotovora*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhosa*, *Enterobacter aerogenes*, *Escherichia coli*, *Shigella paradysenteriae*, *Candida krusei*, *Candida tropicalis*, *Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*, *Monilia sitophila*. The citotoxic activity against the KB cells was not relevant and presented a DI_{50} of 82 $\mu\text{g/ml}$. The tests with experimental sarcoma 180 and Ehrlich carcinoma in 50 mg/kg dosage showed a moderate activity with variable inhibition percentage in the range 40-50 %. The antiinflammatory tests of the *Rosmarinus officinalis* showed an inhibition around 75,27 % of the paw edema of the wistar rat.

Departamento de Antibióticos, Instituto Osvaldo Gonçalves de Lima,
Centro de Ciências Biológicas, Cidade Universitária, Recife-Pe, Brasil.

INTRODUÇÃO

A comprovada eficiência das plantas contra diversas enfermidades é conhecida desde Hipócrates (460-361 a. C.) considerado o pai da medicina (BALBACH, 19) ².

O poder inibidor de extratos vegetais brutos e purificados no crescimento de bactérias e tumores é comprovada pela ação da *Capraria biflora*, produtora do antibiótico Biflorina (GONÇALVES DE LIMA *et al.*, 1953) ¹⁰, pela *Miconia eridonta* produtora da Primina, antibiótico e antineoplásico eficaz no tratamento de portadores de carcinoma baso-celular (MÉLLO *et al.*, 1974) ¹⁵, pela *Tabebuia avellanedae* produtora do Lapachol e β -Lapachona, antibiótico e antineoplásico eficaz no tratamento do sarcoma de Yoshida e do carcinoma de Walker 256, entre outras espécies botânicas (GONÇALVES DE LIMA *et al.*, 1962; SANTANA *et al.*, 1968) ¹¹⁻²¹.

Rosmarinus officinalis L., conhecida popularmente como Alecrim é um pequeno arbusto da família das Lamiaceas, sendo natural da Europa (CORREIA, M. PIO, 1926) ⁵. Sua composição química revela que contém tanino, um princípio amargo, essência, borneol, cineol, cânfora, etc. (MOURA, 1978).

Segundo BENJILALI *et al.* (1986) ⁴, seu óleo essencial possui atividade antiséptica.

Por outro lado atribui-se a esse vegetal atividade anticonvulsivante, colerética e hepatoprotetora (ABDUL CHAINI, 1987; HOEFLER, 1987) ^{1, 13}.

Este trabalho tem como objetivo determinar a atividade antimicrobiana e antiinflamatória da *Rosmarinus officinalis*, estabelecendo sua citotoxicidade e possível atividade antitumoral.

MATERIAIS E MÉTODOS

Obtenção dos extratos

Foram utilizados os solventes etanol, metanol, acetona, clorofórmio, benzeno, éter, acetato de etila e H₂O, na proporção de 30 ml para 8,0 g de *Rosmarinus officinalis* (folha), deixando em infusão durante 48-72 h à temperatura ambiente. Os extratos foram evaporados e mantidos em dessecador até peso constante. Para realização dos testes os extratos foram resuspenso em etanol H₂O (50 %).

Microrganismos

Foram utilizadas cepas e *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus anthracis*, *Streptococcus faecalis*, *Streptococcus pyogenes*, *Proteus mirabilis*, *Mycobacterium smegmatis*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Nocardia asteroides*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhosa*, *Enterobacter aerogenes*, *Mycobacterium phlei*, *Erwinia carotovora*, *Escherichia coli*, *Candida krusei*, *Candida tropicalis*, *Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*, *Monilia sitophila*, *Shigella paradysenteriae*, fornecidas pelo Banco de Cultura do Departamento de Antibióticos da UFPE.

Preparo do inóculo

Os espécimes utilizados foram semeados em ágar nutritivo (AN), glicose-extrato de levedura (GL) (MÉLLO *et al.*, 1988) ¹⁶ ou Sabouraud (SAB) e incubadas a 30 ou 37° C, durante 24 ou 48 horas, dependendo das exigências do microrganismo. Para a realização dos testes de antagonismo as culturas foram suspensas em solução fisiológica e padronizadas na turvação equivalente ao tubo 3 da escala de Macfarland.

Testes de atividade antimicrobiana

Teste de Disco

A atividade antimicrobiana foi verificada pelo teste de difusão da substância impregnada em disco de papel no meio gelado AN, GL ou SAB. As suspensões padronizadas dos germes testes foram semeadas nas placas com auxílio de «Swab» de algodão esterilizado. Os discos foram embebidos em uma solução a 20 000 µg/ml da substância em estudo. O diâmetro do halo de inibição foi medido após a incubação nas condições descritas anteriormente (BAUER-KIRBY, 1966) ³.

Determinação da Concentração Mínima Inibitória (C. M. I.)

Foram pipetadas quantidades variadas da suspensão a 2000 µg/ml da substância em estudo em placas de Petri estéreis. Em seguida foram adicionados os meios de cultivo apropriados para crescimento de cada microrganismo-teste, completando para 10 ml e homogeneizando o conjunto. Os microrganismos-teste foram

semeados em forma de estrias sobre a superfície do meio. Após 24-48 horas de incubação a 30-37° C dependendo do microrganismo utilizado, as leituras foram realizadas. Foi considerado o intervalo entre a última placa onde houve crescimento da estria do germe teste e a primeira placa onde houve inibição (GROVE & RANDALL modificado, 1955) 12.

Determinação da citotoxicidade

O estudo citotóxico foi realizado com as células da linha contínua KB, derivadas do carcinoma epidermóide da boca de um adulto (EAGLE H., 1955) 6, foram cultivadas em Minimal Essential Medium (MEM) (EAGLE H., 1959) 7, suplementado com 10 % de soro fetal bovino, 1 % de glutamina e 1 % de antibiótico (Penicilina, Streptomicina e Kanamicina). A metodologia empregada é a recomendada pelo NCI, dos Estados Unidos (GERAN *et al.*, 1972) 9, baseia-se na determinação pelo método de LOWRAY modificada por OYAMA e EAGLE, das proteínas das células quando expostas ao extrato da substância teste (OYAMA, EAGLE, 1958) 19. As células em fase logarítmica de crescimento foram repicadas, removidas com tripsina (EDWARDS, 1959) 8 e diluídas no meio a 30 000 células/ml. O extrato foi solubilizado em DMSO e acrescido a 2 ml do meio nas concentrações de 0.1; 1; 10; e 100 µg/ml. Cada dose foi utilizada em duplicata e não excedeu a 10 % do volume total. Após 72 horas de incubação das placas numa temperatura de 37° C em uma atmosfera de 5 % de CO₂, foi feita a leitura protéica. A atividade citotóxica foi avaliada pela porcentagem de inibição do crescimento do tratado com relação ao controle. A DI₅₀ (dose que inibe 50 % do crescimento celular) foi calculada graficamente numa curva de porcentagem de inibição na absissa versus o logaritmo da dose na ordenada.

Teste de toxicidade

A DL₅₀ foi determinada nos testes de toxidez aguda do extrato de acetato de etila da *Rosmarinus officinalis* pelo método de KARBET et BEHERENS 14, 1964. A substância foi suspensa em Tween 80 a 10 %, solubilizada em soro fisiológico e administrada por via intraperitoneal em camundongos *Mus musculus*, variação *albinus* suíços machos, pesando em média 20 a 25 g. Após a deter-

minação da D1 e D2 encontradas no ensaio preliminar, usando a razão 1,5 foram realizados os ensaios definitivos, cujas doses estudadas foram compreendidas entre D1 e D2 e calculadas progressivamente na razão (1, 2). A dose letal média foi encontrada obedecendo a fórmula:

$$DL_{50} = Df - Z \left(\frac{a-b}{n} \right)$$

onde

- Df = dose mínima capaz de matar todos os animais.
 a = diferença entre 2 doses consecutivas administradas.
 b = média de animais mortos entre 2 doses consecutivas.
 n = número de camundongos por lote.

Atividade antineoplásica

A atividade antitumoral do extrato foi verificada contra tumores experimentais sólidos, sarcoma 180 e carcinoma de Ehrlich. Foram utilizados tumores de camundongos doadores com 10 a 12 dias de implantação segundo STOCK²² *et al.*, 1955. A quimioterapia teve início 24 horas após a implantação do fragmento tumoral, usando-se a décima parte da dose determinada na DL₅₀ por via intraperitoneal durante 7 dias consecutivos. No oitavo dia os animais foram sacrificados, pesados e os tumores dissecados para avaliação da inibição, sendo realizado o cálculo através da fórmula:

$$TWI \% = \frac{C-T}{C} \times 100$$

onde C corresponde a média do peso dos tumores do grupo controle e T a média do peso dos tumores do grupo tratado (NACHON *et al.*, 1981)¹⁸.

Atividade antiinflamatória

A atividade antiinflamatória da *Rosmarinus officinalis* (extrato) foi realizada utilizando-se ratos albinos da cepa *Wistar* de ambos os sexos pesando entre 130-150 gramas. Os animais foram separados e divididos em quatro grupos de seis. Os grupos um e dois receberam por via oral uma dose de 25 mg/kg do extrato seco de acetato de etila diluído em água destilada, o grupo



três ou grupo de referência (padrão) recebeu uma dose de 200 mg/kg da solução de fenilbutazona e o quarto grupo ou grupo controle recebeu por via oral doses do veículo. Uma hora após a administração oral foi injectada 0.1 ml da solução aquosa de carragenina a 1% na região subplantar da pata traseira direita nos quatro grupos de animais. Durante as quatro horas de injeção de carragenina o volume (edema) da pata foi medido, onde os grupos controle e tratado foram comparados com o grupo de referência (padrão) segundo o Teste de Student's (WINTER *et al.*, 1962) 22.

RESULTADOS

Os resultados dos testes de disco estão sintetizados na Tabela I.

Foram obtidos halos de inibição para *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus anthracis*, *Bacillus cereus*, *Streptococcus faecalis*, *Streptococcus pyogenes*, *Proteus mirabilis*, *Mycobacterium smegmatis*, *Mycobacterium phlei*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Nocardia asteroides*. Todos os solventes com exceção da H₂O extraíram o princípio ativo contido nas folhas da *Rosmarinus officinalis*, porém o mais eficiente de acordo com os halos de inibição formados foi o acetato de etila (Tabela I).

As concentrações mínimas inibitórias dos extratos estudados estão expressas na Tabela II. O extrato de acetato de etila determinou uma CMI entre 10-20 µg/ml para *Bacillus anthracis*, *Bacillus cereus*, *Mycobacterium smegmatis*, 20-40 µg/ml para *Staphylococcus aureus*, *Mycobacterium phlei*, *Nocardia asteroides*, 60-100 µg/ml para *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus faecalis*, *Bacillus subtilis* e *Mycobacterium tuberculosis*, 140-200 µg/ml para *Proteus mirabilis* e para os outros microrganismos a atividade foi > 200 µg/ml. Os outros extratos testados apresentaram atividades inferiores ao extrato de acetato de etila sendo este por esta razão escolhido para a realização dos testes seguintes.

Na Tabela IV encontram-se os resultados do ensaio preliminar da toxidez aguda do extrato de acetato de etila cujas doses determinadas foram 444,4 mg/kg e 1000 mg/kg correspondente a D1 e D2 respectivamente.

Na Tabela V mostra os resultados do ensaio definitivo com a determinação da DL₅₀, aproximada.

TABELA I
Sensibilidade de 22 amostras de microorganismos a extratos de *Rosmarinus officinalis*

Microorganismos	Extractos <i>Rosmarinus officinalis</i>							
	Metanol	Etanol	Acetona	Acet. etila	Éter	Clorofórmio	Benzeno	Água
<i>Staphylococcus aureus</i>	19	16	18	19	19	19	15	—
<i>Streptococcus pyogenes</i>	—	—	9	14	—	14	—	—
<i>Streptococcus faecalis</i>	12	12	14	13	10	12	—	—
<i>Bacillus anthracis</i>	18	20	16	10	18	18	16	—
<i>Bacillus cereus</i>	16	15	16	20	15	11	14	—
<i>Bacillus subtilis</i>	14	11	14	15	15	14	12	—
<i>Erwinia carotovora</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Salmonella typhosa</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Enterobacter aerogenes</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Escherichia coli</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Proteus mirabilis</i>	14	14	14	20	14	20	12	—
<i>Shigella paradysenteriae</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Mycobacterium smegmatis</i>	12	10	12	15	13	15	10	—
<i>Mycobacterium phlei</i>	13	15	15	14	15	16	10	—
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	13	11	14	16	14	15	9	—
<i>Candida krusei</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Candida tropicalis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Candida albicans</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cryptococcus neoformans</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Monilia sitophila</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Nocardia asteroides</i>	20	12	22	20	15	20	14	—

TABELA II

Determinação da CIM de extratos da *Rosmarinus officinalis* — 2000 µg/ml

Microorganismos	Extratos <i>Rosmarinus officinalis</i>										Meio de cultura
	Metanol	Etanol	Acetona	Acet. etila	Éter	Clorofórmio	Benzeno	H ₂ O			
<i>Staphylococcus aureus</i>	60-100	60-100	40-60	20-40	20-40	40-60	20-40	> 200			AN
<i>Streptococcus pyogenes</i>	140-200	60-100	140-200	60-100	60-100	60-100	140-200	> 200			GL
<i>Streptococcus faecalis</i>	> 200	60-100	60-100	60-100	60-100	60-100	140-200	> 200			GL
<i>Bacillus anthracis</i>	60-100	60-100	20-40	10-20	20-40	20-40	20-40	> 200			AN
<i>Bacillus cereus</i>	60-100	60-100	20-40	10-20	20-40	20-40	20-40	> 200			AN
<i>Bacillus subtilis</i>	60-100	60-100	60-100	60-100	60-100	60-100	60-100	> 200			AN
<i>Erwinia carotovora</i>	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200			AN
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200			AN
<i>Salmonella typhosa</i>	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200			AN
<i>Enterobacter aerogenes</i>	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200			AN
<i>Escherichia coli</i>	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200			AN
<i>Protetus mirabilis</i>	> 200	140-200	> 200	140-200	140-200	140-200	140-200	> 200			GL
<i>Shigella paradysenteriae</i>	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200			AN
<i>Mycobacterium smegmatis</i>	60-100	60-100	20-40	10-20	20-40	60-100	20-40	> 200			GL
<i>Mycobacterium phlei</i>	60-100	60-100	60-100	20-40	40-60	60-100	20-40	> 200			GL
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	140-200	140-200	60-100	60-100	140-200	140-200	140-200	> 200			GL
<i>Candida krusei</i>	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200			SAB
<i>Candida tropicalis</i>	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200			SAB
<i>Candida albicans</i>	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200			SAB
<i>Cryptococcus neoformans</i>	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200			SAB
<i>Monilia sitophila</i>	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200	> 200			SAB
<i>Mocardia asteroides</i>	60-100	100-140	40-60	20-40	140-200	60-100	40-60	> 200			SAB

TABELA III

Determinação da DL_{50} com células KB

Substância	Concentrações	DL_{50}
Extrato acetato da etila de <i>Rosmarinus officinalis</i>	100, 10, 1 e 01 μ g/ml	82 μ g/ml

TABELA IV

Determinação da D1 e D2 — Ensaio Preliminar

Ensaio Preliminar	
Dose mg/kg	Número de mortes após 24 horas
444,4	0/4
666,6	2/4
1000	4/4
1500	4/4

D1 = 444,4 mg/kg

D2 = 1000 mg/kg

D1 = Maior dose de sobrevivência

D2 = Menor dose de letalidade

TABELA V

Determinação da DL_{50} — Ensaio Definitivo

Doses mg/mg	Diferença entre 2 doses consecutivas (a)	N.º de mortes por lote 48 h	Média de mortes entre 2 doses (b)	a-b
1000		5/5		
	166,7		5	833,5
833,3		5/5		
	138,9		3	416,7
694,4		1/5		
	115,7		0,5	57,95
578,7		0/5		

$$DL_{50} = Df - Z \left(\frac{a-b}{n} \right)$$

$$DL_{50} = 833,3 - 261,61$$

$$DL_{50} = 571,69 \text{ mg/kg}$$

A atividade antitumoral está expressa na Tabela VI, com capacidade de inibição variável de 40% a 50% na dose de 50 mg/kg.

Na Tabela VII observam-se os resultados das primeiras observações da atividade antiinflamatória da *Rosmarinus officinalis*, evidenciando-se um percentual de 32,15% de inibição do edema do grupo tratado (média) para 42,71/do grupo padrão.

TABELA VI

Atividade antitumoral nos tumores sarcoma 180 e carcimona de Ehrlich

Tumor	Dose mg/kg	M. diferença de peso c/T (g)	Média do peso do tumor c/T (g)	Inibição
C. Ehrlich	50	+ 2,9/+ 1,0	0,37 ± 0,07/0,20 ± 0,12	45,0 %
	60	+ 2,8/- 1,5	0,69 ± 0,50/0,29 ± 0,10	57,9 %
	60	+ 2,8/- 1,7	0,69 ± 0,50/0,33 ± 0,19	52,1 %
Sarcoma 180	50	+ 2,9/+ 1,4	0,40 ± 0,09/0,20 ± 0,12	50,0 %
	50	+ 2,9/+ 1,5	0,40 ± 0,90/0,24 ± 0,16	40,0 %
	60	+ 2,7/- 0,1	0,63 ± 0,16/0,31 ± 0,13	50,7 %

TABELA VII

Determinação da atividade antiinflamatória induzida com solução aquosa de carragenina

	Dose oral mg/kg	Número de animais	Aumento do volume da pata (ml)	Inibição do edema (%)
Controle	—	06	1,92 ± 0,09	—
Padrão	100	06	1,10 ± 0,06	42,71
Tratado	25	12	1,13 ± 0,06	32,15

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

A fitoterapia, volta como alternativa, devido aos altos custos de quimioterápicos. A eficácia da *Rosmarinus officinalis* é reconhecida popularmente sendo utilizada contra tosses, bronquites, reumatismo articular, febre tifóide, chagas gangrenosas, enfermidades hemorroidiárias, uretrites, etc. (MOURA, 1978)¹⁷, e seu uso principalmente no Nordeste brasileiro é frequente. A atividade

dos extratos obtidos, em particular do extrato de acetato de etila vem confirmar a sua utilização popular, devido a sua capacidade inibitória para o grupo dos Gram-positivos, germes que frequentemente são encontrados nas enfermidades citadas acima.

O ensaio da ação antiproliferativa do extrato de acetato de etila da *Rosmarinus officinalis* foi realizado com células KB, recomendado pelo CNI (Cancer Nacional Institute) por estas não apresentarem sensibilidade ao tanino e aos fitoesteróis, que são citotóxicos porém não possuem atividade antitumoral. A atividade citotóxica desse extrato não foi relevante, uma vez que só são consideradas ativas substâncias que apresentarem um DI_{50} menor ou igual a $30 \mu\text{g/ml}$.

Apesar de serem dipensdiosos e terem respostas não muito rápidas, os testes «*in vivo*» com animais de laboratório tem sido indiscutivelmente os mais recomendáveis para a descoberta de novos fármacos que venha enriquecer o arsenal terapêutico na quimioterapia do câncer. Os testes com os tumores experimentais sarcoma 180 e carcinoma de Ehrlich, mostraram uma moderada atividade, com poder inibitório variável de 40 a 50 % na dose de 50 mg/kg. A repetição dos testes na dose de 60 mg/kg indicou um pequeno aumento da inibição tumoral, variando de 50,7 a 57,9 %, com perda de peso dos animais no final do experimento. Considerando que os resultados não seriam satisfatórios em função do estado final dos animais, conclui-se que não valeria a pena aumentar a dose além de 60 mg/kg. Podemos dizer que esse vegetal, por sua pouca atividade sobre os tumores utilizados, não comportou-se como uma promissora fonte de princípios ativos em neoplasias.

O extrato de acetato de etila da *Rosmarinus officinalis* fornece indícios de moderada ação antiinflamatória (75,27 %) nos testes iniciais para determinação da inibição do edema de pata. Entretanto, este percentual poderá ser aumentado, concentrando-se o extrato bruto do vegetal.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos Srs. JOSÉ ORLANDO SILVA, JOSÉ NEVES DE MELO, GERSON DOS SANTOS, MANOEL SILVESTRE DE SOUZA LINS e ADALBERTO GOMES DA SILVA, pelo apoio técnico; e a S.^{ra} JOSERINA GUSMÃO pelo serviço datilográfico.

REFERÊNCIAS

- 1 — ABDUL-CHAINI, A. S.; S. G. EL-LATI; 9. J. SACAAN & R. M. AMIN
1987 Anticonvulsivant effects of some Arab medical plants. *Int. J. Crude Drug Res.* 25(1): 39-43.
- 2 — BALBACH, A.
19 A flora nacional na medicina doméstica, vol. 323.º
- 3 — BAUER, A. W.; KIRBY, W. M. M.; SHEVIS, J. C. & TURCK, M.
1966 Antibiotic susceptibly testing by a standardized single disk method. *Amer. J. Clin. Pathol.* 45: 493-496.
- 4 — BENJILALI, B.; TANTAOUI — ELARAKI, M. ISMAIFI-ALAUQUI & A. AYADI
1986 Methods for stydying the antiseptic properties of essential oils by direct contact in agar medium. *Plant Med. Phytother* 20(2): 155-167.
- 5 — CORREIA, M. PIO *et al.*
1926 Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro, Imprensa Nacional, 6 v.
- 6 — EAGLE, H.
1955 Propagation in a fluid medium of Human Epidermoid Carcinoma strains KB. *Proc. Soc. Exper. Biol. e Med.* 89: 362 364.
- 7 — EAGLE, H.
1959 Amino Acido Metabolism in mamalian cell culture. *Science*, 130: 332.
- 8 — EDWARDS, C. A. & FOGH, J.
1959 Micromorphologic changes in Human amnion cells during trypsinization. *Jour. Cancer Res.* 19: 608.
- 9 — GERAN, R. H.; GREENBERG, N. H.; MACDONALD, M. M.; SCHUMACHER, A. M. & ABBOTT, B. J.
1972 Cancer Chemother Rep. 3, 3, 1-103.
- 10 — GONÇALVES DE LIMA, O.; D'ALBUQUERQUE, IVAN L.; LOUREIRO, I.; CARMONA, C. L. & BERNARD, M. Z.
1953 Biflorina novo antibiótico isolado da *Capraria biflora* (Scrophulariaceae). *Revista de Química Industrial*, 229, 1.
- 11 — GONÇALVES DE LIMA, O.; ALBUQUERQUE, I. LEÓNCIO D'; GONÇALVES DE LIMA, C. & MAIA, MARIA HELENA D.
1962 Atividade antimicrobiana de alguns derivados do lapochol em comparação com a xiloidona nova orto naftoquinosa natural isolada de extratos de cerne do Pau D'Arco roxo; *Tabebuia avellanadae* Lor ex Griseb. *Revista do Inst. de Antibióticos*, 4 (1/2): 3.
- 12 — GROVE, D. C.; RANDALL, W. A.
1955 Assay Methods of Antibiotics: A Laboratory Manual. *Medical Encyclopedia Inc.* n.º 2, pg. 188-196.
- 13 — HOCFLER, C.; J. FLEURENTIN; F. MARTIN; J. M. PELT & J. GUILLEMMAIN
1987 Comparative Choleric and hepatoprotective properties of young sprouts and total plant extracts of *Rosmarinus officinalis* in rats. *J. Ethnopharmacol.* 19(2): 133-144.

- 14 — KARBBER, G. & BEHRENS, B.
1964 Statistical methods in biological assay. Ed. Griffin. Ch. and Co. (London).
- 15 — MÉLO, A. M.; JARDIM, M. L.; SANTANA, CLÉCIO F. *et al.*
1974 Primeiras observações do uso tópico da Primina, Plumbagina e Maitenina em pacientes portadores de cancer de pele. *Revista do Instituto de Antibióticos*, 14(1/2): 9.
- 16 — MÉLO, B. R.; ANDRADE LYRA; J. O. FALCÃO DE MORAIS, J. O. *et al.*
1988 Catálogo da Colecção de „Microorganismo do Departamento de Antibióticos da UFPE, 2.^a ed., 45 p.
- 17 — MOURA, FREDERICO
1978 As plantas que curam. Livraria Editora Ltda., Brasil.
- 18 — NACHON, S.; KUROZYSKI, L.; GIELDANOWSKI, Y.; WEICZSEK, Z.; ZIMECKI, M.; BLASCZYB, B.; MORDANKI, M.; WICZORSK, Y. & FIOZERRALISZE, WASKA L.
1981 Chemical and Biological propoerties of 2 pyridil-benzil-carbinol. *Archivum Immunologiae et Therapiae Experimentalis*, 29(2): 217-233.
- 19 — OYAMA, V. I. & EAGLE, E.
1956 Measurement of cell growth in tissuet culturet with a phenol reagent (Folin-Ciocateus). *Proc. Soc. Exper. Biol. Med.*, 91: 305-307.
- 20 — STOCK, C. C.; CHARKE, D. A.; PHILIPS, F. S. & BARCLAY, R. K.
1955 Sarcoma-180 inhibition screening data. *Cancer Research Supple-ment*, 2(15): 2-3, 179-182.
- 21 — SANTANA, CLÉCIO F. DE; GONÇALVES DE LIMA, O.; D'ALBUQUERQUE, IVAN L.; MARTINS, D. G.
1968 Observações sobre as propriedades antitumorais e toxicológicas do extrato do liber e de alguns componentes do cerne do Pau D'Arco (Tabebuia avellanadae). *Revista do Instituto de Anti-bióticos*, 8(1/2): 89.
- 22 — WINTER, C. A.; RISELY, E. A. & NUSS, G. W.
1962 Carrageenim induced edema in him paw of the rat as an assay for antiinflammatory drugs. *Proceedings of the Society for Expe-rimental Biology and Medicine III*, 544-547.

Seção Autónoma de Química Agrícola, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1300 LISBOA CODEX.

Departamento de Fitopatologia, Estação Agronómica Nacional, INIA Quinta do Marquês, 1780 OBRINHA.

14—KARNET, G. & BEHRENS, H.
1964 Statistical methods in biological assay. Ed. Giffin, C. and Co. (London).

15—SIEG, A. M.; SARTAN, M. L.; SARTAN, C. R. & SARTAN, J. A.
1972 *Trinectes oviformis*, a new species of the genus *Trinectes* with a key to the genera of the subgenus *Trinectes*. *Journal of Parasitology* 62: 1-10.

16—MELIS, B. P.; KENNEDY, J. W. & SARTAN, M. L.
1968 *Trinectes oviformis*, a new species of the genus *Trinectes*. *Journal of Parasitology* 58: 1-10.

17—MORSE, J. R.
1964 *Trinectes oviformis*, a new species of the genus *Trinectes*. *Journal of Parasitology* 54: 1-10.

18—MORSE, J. R.; KENNEDY, J. W.; SARTAN, M. L.; SARTAN, C. R. & SARTAN, A. M.
1968 *Trinectes oviformis*, a new species of the genus *Trinectes*. *Journal of Parasitology* 58: 1-10.

19—OYAMA, V. I. & HAZUKI, K.
1965 Measurement of cell growth in liquid culture with a spectrophotometer. *Journal of Parasitology* 55: 1-10.

20—STOCK, C. C.; CHAIKIN, D. A.; PHILLIPS, F. S. & HARTLEY, F. W. C.
1965 *Trinectes oviformis*, a new species of the genus *Trinectes*. *Journal of Parasitology* 55: 1-10.

21—SANTANA, CARLOS F. DE; GONCALVES, OSVALDO O. D.; RIBEIRO, JOSE A. M.; MARTINS, D. & MOURA, A. M. S.
1968 *Trinectes oviformis*, a new species of the genus *Trinectes*. *Journal of Parasitology* 58: 1-10.

22—WINTER, C. A.; HAZUKI, K.; SARTAN, M. L.; SARTAN, C. R. & SARTAN, A. M.
1968 *Trinectes oviformis*, a new species of the genus *Trinectes*. *Journal of Parasitology* 58: 1-10.

23—WINTER, C. A.; HAZUKI, K.; SARTAN, M. L.; SARTAN, C. R. & SARTAN, A. M.
1968 *Trinectes oviformis*, a new species of the genus *Trinectes*. *Journal of Parasitology* 58: 1-10.

24—WINTER, C. A.; HAZUKI, K.; SARTAN, M. L.; SARTAN, C. R. & SARTAN, A. M.
1968 *Trinectes oviformis*, a new species of the genus *Trinectes*. *Journal of Parasitology* 58: 1-10.

25—WINTER, C. A.; HAZUKI, K.; SARTAN, M. L.; SARTAN, C. R. & SARTAN, A. M.
1968 *Trinectes oviformis*, a new species of the genus *Trinectes*. *Journal of Parasitology* 58: 1-10.

26—WINTER, C. A.; HAZUKI, K.; SARTAN, M. L.; SARTAN, C. R. & SARTAN, A. M.
1968 *Trinectes oviformis*, a new species of the genus *Trinectes*. *Journal of Parasitology* 58: 1-10.

27—WINTER, C. A.; HAZUKI, K.; SARTAN, M. L.; SARTAN, C. R. & SARTAN, A. M.
1968 *Trinectes oviformis*, a new species of the genus *Trinectes*. *Journal of Parasitology* 58: 1-10.

28—WINTER, C. A.; HAZUKI, K.; SARTAN, M. L.; SARTAN, C. R. & SARTAN, A. M.
1968 *Trinectes oviformis*, a new species of the genus *Trinectes*. *Journal of Parasitology* 58: 1-10.

29—WINTER, C. A.; HAZUKI, K.; SARTAN, M. L.; SARTAN, C. R. & SARTAN, A. M.
1968 *Trinectes oviformis*, a new species of the genus *Trinectes*. *Journal of Parasitology* 58: 1-10.

30—WINTER, C. A.; HAZUKI, K.; SARTAN, M. L.; SARTAN, C. R. & SARTAN, A. M.
1968 *Trinectes oviformis*, a new species of the genus *Trinectes*. *Journal of Parasitology* 58: 1-10.

31—WINTER, C. A.; HAZUKI, K.; SARTAN, M. L.; SARTAN, C. R. & SARTAN, A. M.
1968 *Trinectes oviformis*, a new species of the genus *Trinectes*. *Journal of Parasitology* 58: 1-10.

32—WINTER, C. A.; HAZUKI, K.; SARTAN, M. L.; SARTAN, C. R. & SARTAN, A. M.
1968 *Trinectes oviformis*, a new species of the genus *Trinectes*. *Journal of Parasitology* 58: 1-10.

33—WINTER, C. A.; HAZUKI, K.; SARTAN, M. L.; SARTAN, C. R. & SARTAN, A. M.
1968 *Trinectes oviformis*, a new species of the genus *Trinectes*. *Journal of Parasitology* 58: 1-10.

34—WINTER, C. A.; HAZUKI, K.; SARTAN, M. L.; SARTAN, C. R. & SARTAN, A. M.
1968 *Trinectes oviformis*, a new species of the genus *Trinectes*. *Journal of Parasitology* 58: 1-10.

35—WINTER, C. A.; HAZUKI, K.; SARTAN, M. L.; SARTAN, C. R. & SARTAN, A. M.
1968 *Trinectes oviformis*, a new species of the genus *Trinectes*. *Journal of Parasitology* 58: 1-10.

36—WINTER, C. A.; HAZUKI, K.; SARTAN, M. L.; SARTAN, C. R. & SARTAN, A. M.
1968 *Trinectes oviformis*, a new species of the genus *Trinectes*. *Journal of Parasitology* 58: 1-10.

37—WINTER, C. A.; HAZUKI, K.; SARTAN, M. L.; SARTAN, C. R. & SARTAN, A. M.
1968 *Trinectes oviformis*, a new species of the genus *Trinectes*. *Journal of Parasitology* 58: 1-10.

38—WINTER, C. A.; HAZUKI, K.; SARTAN, M. L.; SARTAN, C. R. & SARTAN, A. M.
1968 *Trinectes oviformis*, a new species of the genus *Trinectes*. *Journal of Parasitology* 58: 1-10.

39—WINTER, C. A.; HAZUKI, K.; SARTAN, M. L.; SARTAN, C. R. & SARTAN, A. M.
1968 *Trinectes oviformis*, a new species of the genus *Trinectes*. *Journal of Parasitology* 58: 1-10.

40—WINTER, C. A.; HAZUKI, K.; SARTAN, M. L.; SARTAN, C. R. & SARTAN, A. M.
1968 *Trinectes oviformis*, a new species of the genus *Trinectes*. *Journal of Parasitology* 58: 1-10.

ULTRASTRUCTURAL CHANGES IN WHITE LUPIN INDUCED BY IRON SUPPLY

AMARILIS DE VARENNÈS¹ & JOSÉ C. SEQUEIRA²

Received, 9-XI-92.

ABSTRACT

White lupin plants were grown in nutrient solutions with different levels of iron and the fine structure of leaves and roots was studied. Iron-deficient plants exhibited chloroplasts with no grana stacks or starch grains. Iron in the nutrient solution induced the accumulation of phytoferritin clusters in the stroma. High levels of iron inhibited the formation of starch grains in the chloroplasts. Root plastids showed phytoferritin particles. Amyloplasts loaded with phytoferritin were present in plants grown with high levels of iron.

INTRODUCTION

HIGHER plants require iron for the development and maintenance of normal photosynthetic activity. In fact, it has been shown that the largest fraction of leaf iron is found in the chloroplasts (ANDERSON *et al.*, 1964; MURPHY & MAIER, 1967). In this organelle, iron is found in cytochromes and iron-sulfur proteins involved in electron transport and in several heme proteins. Iron is also essential in chlorophyll biosynthesis, since it is required for the formation of δ -aminolevulinic acid and for the conversion of Mg-protoporphyrin IX to protochlorophyllidase (PUSHNICK *et al.*, 1984). Iron-deficient plants present a lower chlorophyll content (TERRY, 1978) and several alterations in the fine structure of chloroplasts (PLATT-ALOIA *et al.*, 1983). Changes

¹ Secção Autónoma de Química Agrícola. Instituto Superior de Agronomia. Tapada da Ajuda, 1399 LISBOA CODEX.

² Departamento de Fitopatologia. Estação Agronómica Nacional, INIA Quinta do Marquês, 2780 OEIRAS.

in protein composition, with a decrease of several chloroplast polypeptides were observed in iron-deficient beans and lupins (MACHOLD, 1971; VARENNES, 1991).

Although essential, iron can also have harmful effects on plant cells. Ferrous ions give rise to superoxide by oxidation and ferric ions can bind to and inactivate proteins. A particulate protein-iron complex, phytoferritin, was first detected by HYDE *et al.* (1963). They suggested that this complex may act as a storage form for this nutrient, trapping soluble iron which can then be subsequently used for the synthesis of iron-containing proteins. Phytoferritin may also function as a buffer molecule for iron (VAN DER MARK *et al.*, 1981) and even act as a detoxicant for several other cations (SCZEKAN & JOSHI, 1989).

In this study we investigated plastid morphology paying particular attention to the presence of phytoferritin particules in white lupin leaves and roots grown with low, normal and high levels of iron.

MATERIALS AND METHODS

Plant material — Seeds of white lupin (*Lupinus albus* L. var. Estoril) were germinated in moist cottonwool and grown hydroponically in a controlled environment. The nutrient solution contained 6 mM $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 6 mM KNO_3 , 2.5 mM $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 1 mM KH_2PO_4 , 100 μM H_3BO_3 , 100 μM $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 30 μM $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 1 μM $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0.1 μM $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 0.1 μM $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ and iron. Four Fe treatments were used: no Fe supply or 75 (control), 750 and 7500 μM Fe, supplied as Fe-EDTA.

A light regime of 10 h light and 14 h dark was used; the light intensity was 500 μmol foton m^{-2} s^{-1} supplied by day light fluorescent tubes. Temperature was kept at 18°C with constant 55% humidity.

Leaves and roots of 14 days old plants were used for analysis.

Chlorophyll determination — Chlorophyll was extracted in 80% acetone and its absorbance determined at 645 and 663 nm according to the method of ARNON (1949). Given results are the mean of five replicates per iron treatment. The significance of differences between treatments were determined by ANOVA.

Electron microscopy — Plant tissue samples were fixed with 5% glutaraldehyde in phosphate buffer pH 8.0 and post-fixed in 2% OsO₄, in the same buffer. Dehydration was achieved with graded acetone dilutions from 30 to 100% and propylene oxide. The samples were embedded in EPON and kept at 60° C for 36 hours. The thin sections, obtained in a LKB Ultratome III microtome, were stained with uranyl acetate and lead citrate and observed in a Philips EM 300 electron microscope.

RESULTS

Plant symptoms — Plants growth with 75 (control) or 750 μ M Fe in the nutrient solution appeared normal with green leaves and a well developed root system. Plants grown with no iron supply showed severe leaf chlorosis after one week of growth; however, the roots were still as well developed as in control-plants. The presence of 7500 μ M Fe in the nutrient solution was clearly toxic. Plants had short roots with few or no ramifications, sometimes with necrotic areas. Leaves were small and developed several brown spots.

Chlorophyll content — The level of chlorophyll present in leaves grown in solutions with different iron concentrations are shown in Table 1. As can be observed, there was a positive correlation between iron level and chlorophyll content, even for the highest concentration tested (7500 μ M Fe).

TABLE 1
Levels of chlorophyll present in the leaves of white lupin

Fe in the nutrient solution	Chlorophyll (mg/g fresh weight)*	
	Chlorophyll a	Chlorophyll b
Control (75 μ M Fe)	3.57 a	3.51 a, b
0 μ M Fe	2.10	1.98 a
750 μ M Fe	4.31 a, b	4.11 b
7500 μ M Fe	5.55 b	6.26

* Within a column, any two means having a letter in common are not significantly different at the 5% level, as evaluated by the Scheffe F-test.

Chloroplast morphology — Leaves of Fe-control plants (75 μM Fe in the nutrient solution) exhibited chloroplasts with numerous starch grains and a well organized thylakoid membrane system (Pl. I, Fig. 1).

Iron-deficient leaves revealed chloroplasts with a disorganized thylakoid membrane system, showing no grana stacks. They consisted primarily of a scarce non-appressed lamellar system and had no starch grains (Pl. I, Fig. 2).

Iron levels in the nutrient solution of 750 μM Fe, or higher, lead to the accumulation of well ordered phytoferritin deposits in the stroma. These «crystalline» masses, frequently arched, were seen both in chloroplast protuberances (Pl. II, Fig. 1 and 2) and in internal areas, between thylakoids (Pl. III, Fig. 1). High levels of iron in the nutrient solution (7500 μM Fe) inhibited the formation of starch grains, whilst medium levels (750 μM Fe), though inducing phytoferritin accumulation, still allowed the formation of numerous starch grains in the chloroplasts (Pl. III, Fig. 2).

Root plastid morphology — Root plastids in Fe-control plants were mainly free of phytoferritin particles. However, a few proplastids were observed to contain small phytoferritin clusters (Pl. IV, Fig. 1). The opposite situation was found in plants grown with high levels of iron in the nutrient solution. The majority of plastids contained large phytoferritin arrays. However, it was observed that starch grains were still present in root amyloplasts loaded with phytoferritin (Pl. IV, Fig. 2).

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The ultrastructural observations carried out in white lupin showed that plastid morphology was greatly influenced by the iron supply. No significant alterations were observed in any other organelle.

Iron-deficient plants exhibited extended leaf chlorosis, had low chlorophyll contents and showed altered chloroplasts with no grana stacks or starch grains. These plants had also low iron contents and decreased levels of chloroplasts polypeptides with molecular weights of 17, 21, 22, 25 and 29 k dalton (VARENNES, 1991). It can be concluded that iron stress inhibited the development of active chloroplasts in white lupin leaves.